

## Exemplu Problema nr. 7 (real 5)

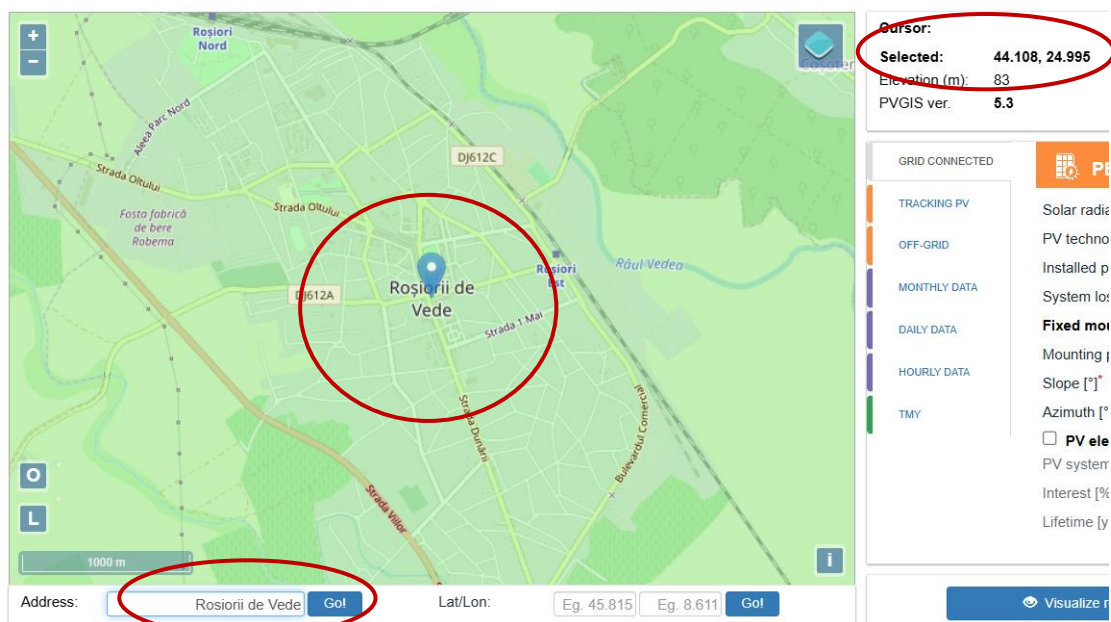
7. (5.5p) Se dorește alimentarea solară a unei drone de supraveghere pentru micșorarea greutateii (eliminarea bateriei), în localitatea Roșiorii de Vede în luna februarie. Panourile sunt amplasate pe aripi, ambele având dimensiunile  $39.2\text{cm} \times 8.0\text{cm}$  și eficiența de 20.0%. Puterea consumată de dronă împreună cu senzorii instalați este de 1.30 W dar vă propuneți să obțineți cu 10% mai mult (coeficient de siguranță).

- (1p) Determinați ora potrivită pentru lansarea dronei.
- (1p) Determinați timpul maxim de zbor.
- (2.5p) Dacă se dorește totuși funcționare extinsă (decolare o oră înainte de răsărit, aterizare 3 ore după apus) ce capacitate (Wh) trebuie să aibă acumulatorii/bateriile cu care trebuie dotată drona.
- (1p) Ce deosebiri apar dacă se folosește drona 6 luni mai târziu?

Se neglijează pierderile în circuitul de condiționare/acumulatori. Orice răspuns care folosește date de pe PVGIS trebuie însoțit de un grafic explicativ pentru valoarea obținută

a) Se folosește utilitarul "EU Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)", [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

Utilitarul oferă și cea mai simplă metodă de a găsi coordonatele geografice ale orașului **Roșiorii de Vede**, utilizând facilitatea de căutare ca în figura următoare.



**Roșiorii de Vede:**  $44.108^\circ\text{N}$ ,  $24.995^\circ\text{E}$  (pentru anumite orașe căutarea oferă o poziție apropiată de orașul țintă, se poziționează manual cursorul pe oraș).

Panourile montate pe aripile dronei vor fi **orizontale**, cu o suprafață totală de:

$$S = 2 \times 39.2\text{cm} \times 8.0\text{cm} = 627.2\text{cm}^2 = 0.06272\text{m}^2$$

Puterea necesară (cu rezerva de 10% menționată):

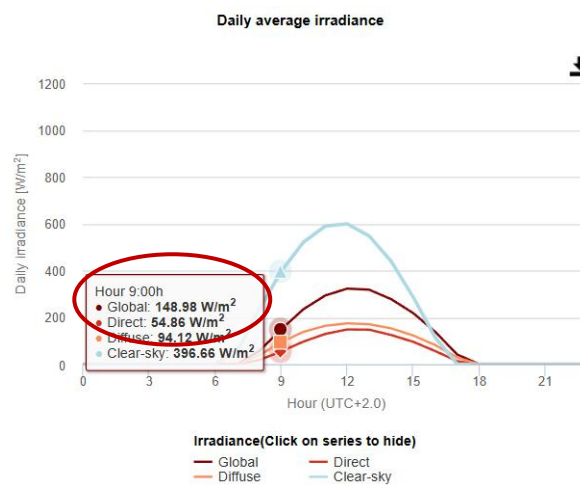
$$P = 1.3\text{W} \times 1.1 = 1.43\text{W}$$

Energia solară (iluminare) necesară pentru a oferi această energie cu panourile menționate:

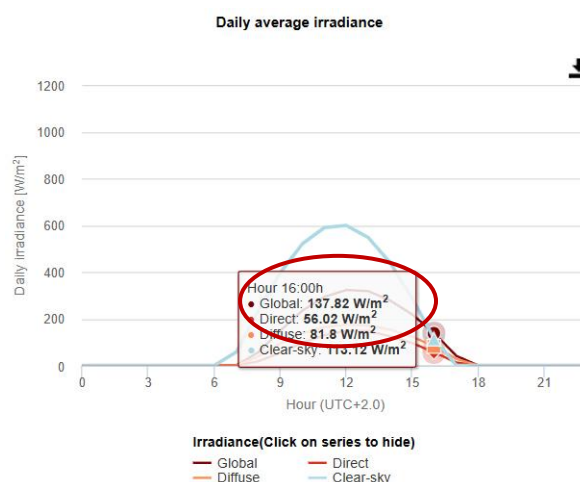
$$E_{\min} = P / S / \eta = 1.43\text{W} / 0.06272\text{m}^2 / 20.0\% = 114 \text{ W/m}^2$$

Se selectează "DAILY DATA", se selectează luna (februarie), se selectează "Irradiance" și "Clear-sky irradiance", unghiul pe verticală ("Slope"):  $0^\circ$  (aripi ~orizontale). Deoarece întrebarea e legată de oră, e recomandat selectarea opțiunii "Local time". Această opțiune oferă timpul în ora locală (UTC + 2h). Pentru luna februarie e suficient, pentru lunile în care se trece la ora de vară (~aprilie - octombrie) trebuie adăugată o ora la timpul afișat ! !.

Se caută prima valoare din zi la care iluminarea globală este mai mare decât valoarea minimă necesară  $E_{\min} = 114 \text{ W/m}^2$ . Rezultă ora potrivită pentru lansare: ora 9. Valoarea de cer perfect senin (Clear Sky) poate fi privită ca o alternativă pentru condiții ideale (nu e menționat acest lucru în problemă)



b) Pentru estimarea timpului maxim de zbor se procedează similar căutând ultima oră din zi cu energie peste valoarea necesară  $E_{\min} = 114 \text{ W/m}^2$ , rezultând ora 16. Ca urmare timpul maxim de zbor este de  $16 - 9 = 7$  ore.



c) Pentru decolare cu o oră înainte de răsărit și aterizare 3 ore după apusul soarelui e evident că drona va necesita un sistem de stocare a energiei care să alimenteze drona pe perioada în care panourile solare nu oferă suficientă energie.

Graficul anterior arată putere iluminare globală 0, dar cer senin (Clear sky)  $57\text{W}/\text{m}^2$  la ora 7. Estimăm răsăritul soarelui aproximativ la ora 7, pentru "decolare cu o oră înainte de răsărit" drona va trebui să funcționeze în intervalul  $6:00 \div 9:00$  pe baza energiei stocate în acumulatori, rezultând un necesar de energie stocată înainte de lansare:

$$E_{\text{dim}} = 1.43\text{W} \times 3\text{h} = 4.29\text{ Wh}$$

Pentru "aterizare 3 ore după apusul soarelui" din același grafic și în același mod estimăm apusul soarelui la ora 17, ceea ce arată că drona va trebui să funcționeze în intervalul  $16:00 \div 20:00$  pe baza energiei înmagazinate.

$$E_{\text{seara}} = 1.43\text{W} \times 4\text{h} = 5.72\text{ Wh}$$

Pentru funcționare cu baterii e necesar ca bateriile să acopere un necesar de energie:

$$E_{\text{bat}} = E_{\text{dim}} + E_{\text{seara}} = 10.01\text{ Wh}$$

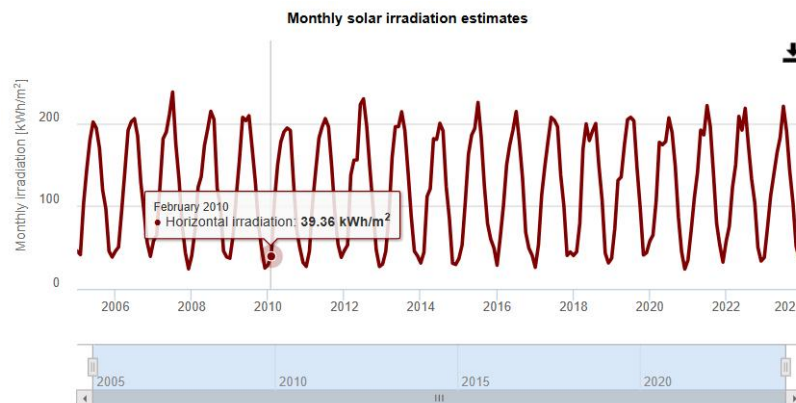
La dotare cu acumulatori aceștia vor trebui să asigure încărcarea cu energie înainte de răsărit și după apus:

$$E_{\text{acum}} > E_{\text{dim}} = 4.29\text{ Wh}$$

$$E_{\text{acum}} > E_{\text{seara}} = 5.72\text{ Wh}$$

Apare totuși posibilitatea de a folosi energia solară pentru a reîncărca acumulatorii cu energie solară pe durata zilei. Trebuie să verificăm că energia solară disponibilă e suficientă pentru a asigura consumul dronei și pentru a stoca suficientă energie pentru funcționare după apus.

Se selectează "MONTHLY DATA", se selectează anul (tot intervalul disponibil, 2005÷2023), se selectează "Global horizontal irradiation".



Se caută cea mai mică valoare obținută în luna **februarie** în diferiți ani, în acest caz se obține o valoare de  $39.36\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{lună}$  deci:

$$E_{\text{solar}} = 39.36 \times 1000 / 28\text{ Wh}/\text{m}^2/\text{zi} = 1405.7\text{ Wh}/\text{m}^2/\text{zi}$$

Utilizând suprafața și eficiența panourilor (cu neglijarea pierderilor conform cerințelor din problemă) energia totală disponibilă într-o zi este:

$$E_{\text{disp}} = 1405.7\text{ Wh}/\text{m}^2 \times 0.06272\text{ m}^2 \times 20.0\% = 17.6\text{ Wh}$$

Consumul curent al dronei în intervalul 9:00 ÷ 16:00 este:

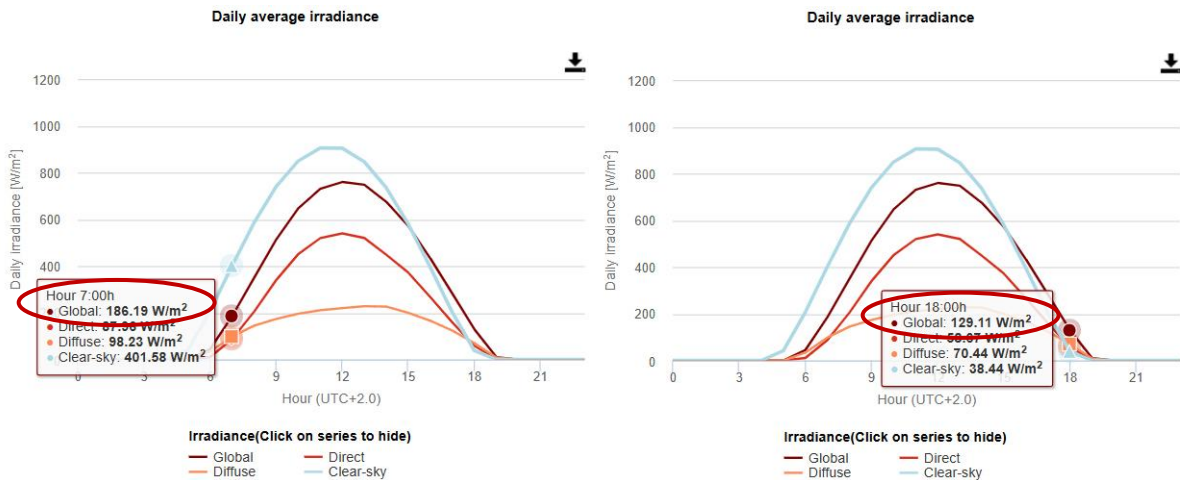
$$E_{\text{cons}} = 1.43\text{W} \times 7\text{h} = 10.01 \text{ Wh}$$

Ca urmare se poate capta suficientă energie solară astfel încât în acumulator să rămână stocată o energie:

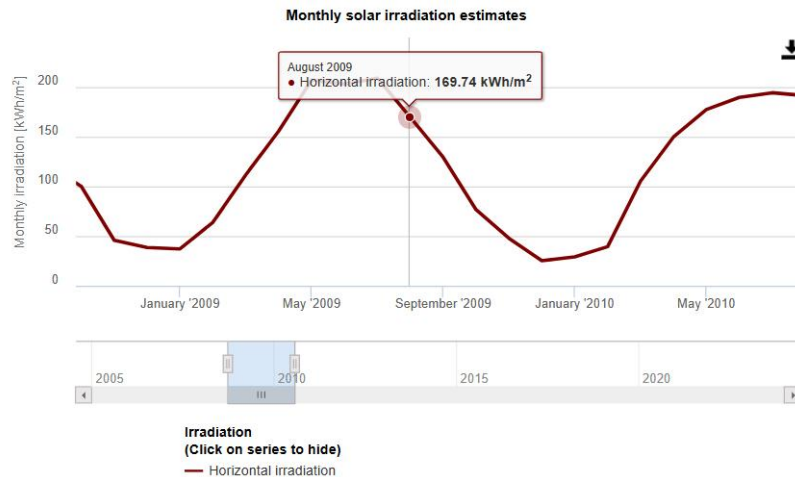
$$E_{\text{acum}} = E_{\text{disp}} - E_{\text{cons}} = 7.6 \text{ Wh} > E_{\text{seara}} = 5.72 \text{ Wh}$$

Acumulatorul va trebui să aibă o capacitate minimă  $E_{\text{seara}} = 5.72 \text{ Wh}$  sau pentru captarea întregii energii disponibile  $E_{\text{acum}} = 7.6 \text{ Wh}$ . Diferența de 1.88 Wh nu va fi totuși suficientă pentru funcționarea înainte de răsărit fără reîncărcare suplimentară.

d) Aceleași rezultate cerute pentru luna **august** arată funcționare solară fără stocare în intervalul 8:00 ÷ 19:00 (ajustat pentru ora de vară).



Soarele răsare la ora 6:00 și apune la 19:00 (ajustat) ca urmare funcționare pe baterii/acumulator în intervalele 5:00 ÷ 8:00 și 19:00 ÷ 22:00 deci 3 ore dimineața și seara, necesar 4.29 Wh.



Energia solară disponibilă:

$$E_{\text{disp}} = 169.74 \times 1000 / 31 \text{ Wh/m}^2 \times 0.06272 \text{ m}^2 \times 20.0\% = 68.7 \text{ Wh}$$

Energia consumată:

$$E_{\text{cons}} = 1.43\text{W} \times 11\text{h} = 15.73 \text{ Wh}$$

Acest lucru indică o rezervă suficientă pentru încărcarea acumulatorului pentru funcționare după apus și înainte de răsăritul soarelui, fără încărcare suplimentară.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 1

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.250 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.191 dB; putere emisă minimă 0.285 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.150 μW.

$$P_e = 0.285\text{mW} = -5.45\text{dBm}, S_r = 1.150\mu\text{W} = -29.39\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -5.45\text{dBm} - (-29.39\text{dBm}) = 23.94\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 23.94\text{dB} / 0.250\text{dB/km} = 95.8\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 95.8\text{km} / 10.9\text{km} = 8.79$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.191 = 1.910\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 22.03\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 22.03\text{dB} / 0.250\text{dB/km} = 88.13\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 88.13\text{km} / 10.9\text{km} = 8.08 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 88.13km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1297^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.140\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 149.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.856\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 88.13 \cdot (1.140) \cdot 0.856 \text{ ps} = 86.0\text{ps} = 0.0860\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.24\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.407}\text{Ga}_{0.593}\text{As}_{0.874}\text{P}_{0.126}$ ;  $y = 0.874$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.81 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.30 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.5283 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1528.3\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.717}\text{Al}_{0.283}\text{As}; x = 0.283; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.78 \text{ eV} = 2.84 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6987 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 698.7\text{nm};$$

3. a)  $A = 47.0\text{mW}/454.5\mu\text{W} = 103.41$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(103.41) = 20.15\text{dB}$ ; c)  $A_l = 20.15\text{dB}/79\text{m} = 0.255\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 20.15\text{dB} = 40.29\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 454.5\mu\text{W}/103.41 = 4.395\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 12.7\text{mW}/103.41 = 122.812\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.06mW, b) 3.27mW, c) 6.47mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Rosiorii de Vede**.

$$S = 2 \cdot 39.2\text{cm} \cdot 8.0\text{cm} = 627.20\text{cm}^2 = 0.06272\text{m}^2; P = 1.30\text{W} \cdot 1.1 = 1.43\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.43\text{W} / 0.06272\text{m}^2 / 20.0\% = 114.0 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: august.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 2

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.270 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.129 dB; putere emisă minimă 0.425 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.050 μW.

$$P_e = 0.425\text{mW} = -3.72\text{dBm}, S_r = 1.050\mu\text{W} = -29.79\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -3.72\text{dBm} - (-29.79\text{dBm}) = 26.07\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 26.07\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 96.6\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 96.6\text{km}/13.4\text{km} = 7.21$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.129 = 1.161\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 24.91\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 24.91\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 92.26\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 92.26\text{km} / 13.4\text{km} = 6.89 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 7$  tronsoane conectate cu 8 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.032\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 25.04\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 25.04\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 92.74\text{km}$ ,  $N = 92.74\text{km} / 13.4\text{km} = 6.92 = 7$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 92.74km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1310 - 1297^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.178\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 148.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.847\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 92.74 \cdot (1.178) \cdot 0.847 \text{ ps} = 92.6\text{ps} = 0.0926\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.72\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.204}\text{Ga}_{0.796}\text{As}_{0.444}\text{P}_{0.556}$ ;  $y = 0.444$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.05\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.69 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.1780 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1178.0\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.888}\text{Al}_{0.112}\text{As}; x = 0.112; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.56\text{ eV} = 2.50 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7940 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 794.0\text{nm};$$

3. a)  $A = 99.2\text{mW}/3588.4\mu\text{W} = 27.64$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(27.64) = 14.42\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 14.42\text{dB}/68\text{m} = 0.212\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 14.42\text{dB} = 28.83\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 3588.4\mu\text{W}/27.64 = 129.805\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 20.5\text{mW}/27.64 = 741.554\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.33 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 3.04mW, c) 4.60mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea Suceava.

$$S = 2 \cdot 30.1\text{cm} \cdot 6.4\text{cm} = 385.28\text{cm}^2 = 0.03853\text{m}^2; P = 2.35\text{W} \cdot 1.1 = 2.59\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 2.59\text{W} / 0.03853\text{m}^2 / 19.4\% = 345.8 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: decembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

### Bilet nr. 3

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.260 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.193 dB; putere emisă minimă 0.310 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.950 μW.

$$P_e = 0.310\text{mW} = -5.09\text{dBm}, S_r = 0.950\mu\text{W} = -30.22\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -5.09\text{dBm} - (-30.22\text{dBm}) = 25.14\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 25.14\text{dB} / 0.260\text{dB/km} = 96.7 \text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 96.7\text{km} / 14.6\text{km} = 6.62$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.193 = 1.544\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 23.59\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 23.59\text{dB} / 0.260\text{dB/km} = 90.74\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 90.74\text{km} / 14.6\text{km} = 6.22 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 90.74km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1300^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.880\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 100.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.575\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 90.74 \cdot (0.880) \cdot 0.575 \text{ ps} = 45.9\text{ps} = 0.0459\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 13.55\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.357}\text{Ga}_{0.643}\text{As}_{0.769}\text{P}_{0.231}$ ;  $y = 0.769$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.87 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.39 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.4315 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1431.5\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.854}\text{Al}_{0.146}\text{As}; x = 0.146; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.61 \text{ eV} = 2.57 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7730 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 773.0\text{nm};$$

3. a)  $A = 35.5\text{mW}/256.5\mu\text{W} = 138.40$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(138.40) = 21.41\text{dB}$ ; c)  $A_l = 21.41\text{dB}/61\text{m} = 0.351\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 21.41\text{dB} = 42.82\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 256.5\mu\text{W}/138.40 = 1.853\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 16.9\text{mW}/138.40 = 122.108\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.31 \text{ W/A}$  a) 0.62mW, b) 3.72mW, c) 6.82mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Tulcea**.

$$S = 2 \cdot 34.8\text{cm} \cdot 7.0\text{cm} = 487.20\text{cm}^2 = 0.04872\text{m}^2; P = 2.90\text{W} \cdot 1.1 = 3.19\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.19\text{W} / 0.04872\text{m}^2 / 21.3\% = 307.4 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: noiembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 4

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.325 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.195 dB; putere emisă minimă 0.595 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.950 μW.

$$P_e = 0.595 \text{ mW} = -2.25 \text{ dBm}, S_r = 0.950 \mu\text{W} = -30.22 \text{ dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -2.25 \text{ dBm} - (-30.22 \text{ dBm}) = 27.97 \text{ dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 27.97 \text{ dB} / 0.325 \text{ dB/km} = 86.1 \text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 86.1 \text{ km} / 12.5 \text{ km} = 6.88$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.195 = 1.560 \text{ dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.41 \text{ dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.41 \text{ dB} / 0.325 \text{ dB/km} = 81.26 \text{ km}$  ceea ce înseamnă  $N = 81.26 \text{ km} / 12.5 \text{ km} = 6.50 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 81.26 km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1310 - 1298^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.042 \text{ ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 140.0 \text{ GHz} \cdot 1310^2 \text{ nm} / 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 0.801 \text{ nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 81.26 \cdot (1.042) \cdot 0.801 \text{ ps} = 67.8 \text{ ps} = 0.0678 \text{ ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.17 \text{ Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.251}\text{Ga}_{0.749}\text{As}_{0.545}\text{P}_{0.455}$ ;  $y = 0.545$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.99 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.59 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2500 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1250.0 \text{ nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.888}\text{Al}_{0.112}\text{As}; x = 0.112; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.56 \text{ eV} = 2.50 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7940 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 794.0 \text{ nm};$$

3. a)  $A = 41.4 \text{ mW} / 222.5 \mu\text{W} = 186.07$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(186.07) = 22.70 \text{ dB}$ ; c)  $A_1 = 22.70 \text{ dB} / 85 \text{ m} = 0.267 \text{ dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 22.70 \text{ dB} = 45.39 \text{ dB}$ ; e)  $P_2' = 222.5 \mu\text{W} / 186.07 = 1.196 \mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 11.0 \text{ mW} / 186.07 = 59.118 \mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.28 \text{ W/A}$  a) 0.03 mW, b) 2.82 mW, c) 5.62 mW, la curentul de 30 mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Târgu Jiu**.

$$S = 2 \cdot 39.8 \text{ cm} \cdot 9.8 \text{ cm} = 780.08 \text{ cm}^2 = 0.07801 \text{ m}^2; P = 3.35 \text{ W} \cdot 1.1 = 3.69 \text{ W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.69 \text{ W} / 0.07801 \text{ m}^2 / 21.3\% = 221.8 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: octombrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 5

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.315 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.170 dB; putere emisă minimă 0.745 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.150  $\mu$ W.

$$P_e = 0.745\text{mW} = -1.28\text{dBm}, S_r = 1.150\mu\text{W} = -29.39\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -1.28\text{dBm} - (-29.39\text{dBm}) = 28.11\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 28.11\text{dB} / 0.315\text{dB/km} = 89.3\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 89.3\text{km}/11.0\text{km} = 8.11$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.170 = 1.700\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.41\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.41\text{dB} / 0.315\text{dB/km} = 83.86\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 83.86\text{km} / 11.0\text{km} = 7.62 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.530\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 26.58\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.58\text{dB} / 0.315\text{dB/km} = 84.40\text{km}$ ,  $N = 84.40\text{km} / 11.0\text{km} = 7.67 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 84.40km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1301^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.793\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 146.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.836\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 84.40 \cdot (0.793) \cdot 0.836 \text{ ps} = 55.9\text{ps} = 0.0559\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 11.13\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.239}\text{Ga}_{0.761}\text{As}_{0.519}\text{P}_{0.481}$ ;  $y = 0.519$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.01 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.61 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2309 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1230.9\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.660}\text{Al}_{0.340}\text{As}; x = 0.340; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.85 \text{ eV} = 2.96 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6718 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 671.8\text{nm};$$

3. a)  $A = 94.0\text{mW}/21.2\mu\text{W} = 4433.96$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(4433.96) = 36.47\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 36.47\text{dB}/98\text{m} = 0.372\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 36.47\text{dB} = 72.94\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 21.2\mu\text{W}/4433.96 = 0.005\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 18.4\text{mW}/4433.96 = 4.150\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.28 \text{ W/A}$  a) 0.17mW, b) 2.97mW, c) 5.78mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Timișoara**.

$$S = 2 \cdot 30.3\text{cm} \cdot 7.4\text{cm} = 448.44\text{cm}^2 = 0.04484\text{m}^2; P = 3.10\text{W} \cdot 1.1 = 3.41\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.41\text{W} / 0.04484\text{m}^2 / 21.5\% = 353.7 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: ianuarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 6

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.275 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.153 dB; putere emisă minimă 0.545 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.100 μW.

$$P_e = 0.545\text{mW} = -2.64\text{dBm}, S_r = 1.100\mu\text{W} = -29.59\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -2.64\text{dBm} - (-29.59\text{dBm}) = 26.95\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 26.95\text{dB} / 0.275\text{dB/km} = 98.0\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 98.0\text{km} / 14.6\text{km} = 6.71$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.153 = 1.224\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 25.73\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 25.73\text{dB} / 0.275\text{dB/km} = 93.55\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 93.55\text{km} / 14.6\text{km} = 6.41 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 93.55km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1310 - 1294^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.382\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 118.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.675\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 93.55 \cdot (1.382) \cdot 0.675 \text{ ps} = 87.4\text{ps} = 0.0874\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.12\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.373}\text{Ga}_{0.627}\text{As}_{0.803}\text{P}_{0.197}$ ;  $y = 0.803$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.85\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.36 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.4620 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1462.0\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.817}\text{Al}_{0.183}\text{As}; x = 0.183; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.65\text{ eV} = 2.64 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7514 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 751.4\text{nm};$$

3. a)  $A = 95.8\text{mW}/186.6\mu\text{W} = 513.40$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(513.40) = 27.10\text{dB}$ ; c)  $A_l = 27.10\text{dB}/77\text{m} = 0.352\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 27.10\text{dB} = 54.21\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 186.6\mu\text{W}/513.40 = 0.363\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 23.4\text{mW}/513.40 = 45.579\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.34\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.95mW, c) 3.30mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Slobozia**.

$$S = 2 \cdot 33.9\text{cm} \cdot 7.5\text{cm} = 508.50\text{cm}^2 = 0.05085\text{m}^2; P = 2.55\text{W} \cdot 1.1 = 2.81\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 2.81\text{W} / 0.05085\text{m}^2 / 20.9\% = 263.9\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: octombrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 7

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.335 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.175 dB; putere emisă minimă 1.020 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.300 μW.

$$P_e = 1.020\text{mW} = 0.09\text{dBm}, S_r = 1.300\mu\text{W} = -28.86\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 0.09\text{dBm} - (-28.86\text{dBm}) = 28.95\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 28.95\text{dB} / 0.335\text{dB/km} = 86.4\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 86.4\text{km}/12.1\text{km} = 7.14$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.175 = 1.575\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 27.37\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 27.37\text{dB} / 0.335\text{dB/km} = 81.71\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 81.71\text{km} / 12.1\text{km} = 6.75 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 7$  tronsoane conectate cu 8 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.400\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 27.55\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 27.55\text{dB} / 0.335\text{dB/km} = 82.23\text{km}$ ,  $N = 82.23\text{km} / 12.1\text{km} = 6.80 = 7$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 82.23km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1310 - 1302^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.674\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 128.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.733\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 82.23 \cdot (0.674) \cdot 0.733 \text{ ps} = 40.6\text{ps} = 0.0406\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 15.33\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.288}\text{Ga}_{0.712}\text{As}_{0.624}\text{P}_{0.376}$ ;  $y = 0.624$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.95 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.52 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3104 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1310.4\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.786}\text{Al}_{0.214}\text{As}; x = 0.214; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.69 \text{ eV} = 2.71 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7343 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 734.3\text{nm};$$

3. a)  $A = 98.5\text{mW}/7042.6\mu\text{W} = 13.99$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(13.99) = 11.46\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 11.46\text{dB}/57\text{m} = 0.201\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 11.46\text{dB} = 22.91\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 7042.6\mu\text{W}/13.99 = 503.535\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 16.0\text{mW}/13.99 = 1143.976\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.29 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.90mW, c) 3.30mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Târnăveni**.

$$S = 2 \cdot 33.3\text{cm} \cdot 6.5\text{cm} = 432.90\text{cm}^2 = 0.04329\text{m}^2; P = 0.75\text{W} \cdot 1.1 = 0.83\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 0.83\text{W} / 0.04329\text{m}^2 / 19.6\% = 97.2 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: iulie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 8

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.285 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.191 dB; putere emisă minimă 0.890 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.900 μW.

$$P_e = 0.890\text{mW} = -0.51\text{dBm}, S_r = 0.900\mu\text{W} = -30.46\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -0.51\text{dBm} - (-30.46\text{dBm}) = 29.95\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 29.95\text{dB} / 0.285\text{dB/km} = 105.1\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 105.1\text{km} / 13.3\text{km} = 7.90$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.191 = 1.719\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 28.23\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 28.23\text{dB} / 0.285\text{dB/km} = 99.06\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 99.06\text{km} / 13.3\text{km} = 7.45 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 99.06km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.094/4 \cdot (1310 - 1299^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.021\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 123.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.704\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 99.06 \cdot (1.021) \cdot 0.704 \text{ ps} = 71.2\text{ps} = 0.0712\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.74\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.287}\text{Ga}_{0.713}\text{As}_{0.622}\text{P}_{0.378}$ ;  $y = 0.622$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.95 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.52 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3088 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1308.8\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.820}\text{Al}_{0.180}\text{As}; x = 0.180; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.65 \text{ eV} = 2.64 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7531 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 753.1\text{nm};$$

3. a)  $A = 53.6\text{mW}/347.0\mu\text{W} = 154.47$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(154.47) = 21.89\text{dB}$ ; c)  $A_l = 21.89\text{dB}/64\text{m} = 0.342\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 21.89\text{dB} = 43.78\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 347.0\mu\text{W}/154.47 = 2.246\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 19.4\text{mW}/154.47 = 125.593\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.35mW, b) 2.60mW, c) 2.60mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Târgoviște**.

$$S = 2 \cdot 37.7\text{cm} \cdot 8.1\text{cm} = 610.74\text{cm}^2 = 0.06107\text{m}^2; P = 1.70\text{W} \cdot 1.1 = 1.87\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.87\text{W} / 0.06107\text{m}^2 / 20.0\% = 153.1 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: aprilie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 9

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.330 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.264 dB; putere emisă minimă 0.340 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.500 μW.

$$P_e = 0.340\text{mW} = -4.69\text{dBm}, S_r = 0.500\mu\text{W} = -33.01\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -4.69\text{dBm} - (-33.01\text{dBm}) = 28.33\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 28.33\text{dB} / 0.330\text{dB/km} = 85.8\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 85.8\text{km}/13.5\text{km} = 6.36$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.264 = 2.112\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.21\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.21\text{dB} / 0.330\text{dB/km} = 79.43\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 79.43\text{km} / 13.5\text{km} = 5.88 = 6$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 6$  tronsoane conectate cu 7 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.848\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 26.48\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.48\text{dB} / 0.330\text{dB/km} = 80.23\text{km}$ ,  $N = 80.23\text{km} / 13.5\text{km} = 5.94 = 6$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 80.23km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1291^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.655\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 125.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.718\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 80.23 \cdot (1.655) \cdot 0.718 \text{ ps} = 95.4\text{ps} = 0.0954\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.52\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.223}\text{Ga}_{0.777}\text{As}_{0.486}\text{P}_{0.514}$ ;  $y = 0.486$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.03\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.65 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2072 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1207.2\text{nm}$$

LED  $\text{Ga}_{0.899}\text{Al}_{0.101}\text{As}$ ;  $x = 0.101$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.55\text{ eV} = 2.48 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 0.8010 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 801.0\text{nm}$ ;

3. a)  $A = 81.8\text{mW}/640.8\mu\text{W} = 127.65$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(127.65) = 21.06\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 21.06\text{dB}/81\text{m} = 0.260\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 21.06\text{dB} = 42.12\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 640.8\mu\text{W}/127.65 = 5.020\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 12.1\text{mW}/127.65 = 94.788\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.30 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.30mW, c) 3.29mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Turda**.

$$S = 2 \cdot 37.0\text{cm} \cdot 9.9\text{cm} = 732.60\text{cm}^2 = 0.07326\text{m}^2; P = 4.20\text{W} \cdot 1.1 = 4.62\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 4.62\text{W} / 0.07326\text{m}^2 / 20.5\% = 307.6 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: februarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 10

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.330 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.158 dB; putere emisă minimă 1.820 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.450 μW.

$$P_e = 1.820\text{mW} = 2.60\text{dBm}, S_r = 1.450\mu\text{W} = -28.39\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 2.60\text{dBm} - (-28.39\text{dBm}) = 30.99\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 30.99\text{dB} / 0.330\text{dB/km} = 93.9\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 93.9\text{km}/12.0\text{km} = 7.83$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.158 = 1.422\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 29.57\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.57\text{dB} / 0.330\text{dB/km} = 89.59\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 89.59\text{km} / 12.0\text{km} = 7.47 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 89.59km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1310 - 1297^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.114\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 111.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.635\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 89.59 \cdot (1.114) \cdot 0.635 \text{ ps} = 63.4\text{ps} = 0.0634\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.81\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.250}\text{Ga}_{0.750}\text{As}_{0.544}\text{P}_{0.456}$ ;  $y = 0.544$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.99\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.59 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2492 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1249.2\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.724}\text{Al}_{0.276}\text{As}; x = 0.276; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.77\text{ eV} = 2.83 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7022 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 702.2\text{nm};$$

3. a)  $A = 88.7\text{mW}/351.1\mu\text{W} = 252.63$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(252.63) = 24.02\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 24.02\text{dB}/88\text{m} = 0.273\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 24.02\text{dB} = 48.05\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 351.1\mu\text{W}/252.63 = 1.390\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 8.2\text{mW}/252.63 = 32.458\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.34\text{ W/A}$  a) 0.27mW, b) 3.67mW, c) 7.06mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Vaslui**.

$$S = 2 \cdot 31.9\text{cm} \cdot 9.4\text{cm} = 599.72\text{cm}^2 = 0.05997\text{m}^2; P = 3.10\text{W} \cdot 1.1 = 3.41\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.41\text{W} / 0.05997\text{m}^2 / 21.7\% = 262.0\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: ianuarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 11

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.345 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.208 dB; putere emisă minimă 2.645 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.600 μW.

$$P_e = 2.645\text{mW} = 4.22\text{dBm}, S_r = 0.600\mu\text{W} = -32.22\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 4.22\text{dBm} - (-32.22\text{dBm}) = 36.44\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 36.44\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 105.6\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 105.6\text{km}/10.1\text{km} = 10.46$  deci vor fi 11 tronsoane de fibră conectate cu 12 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 12 \cdot 0.208 = 2.496\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 33.95\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 33.95\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 98.40\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 98.40\text{km} / 10.1\text{km} = 9.74 = 10$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 10$  tronsoane conectate cu 11 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.288\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 34.15\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 34.15\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 99.00\text{km}$ ,  $N = 99.00\text{km} / 10.1\text{km} = 9.80 = 10$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 99.00km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1310 - 1296^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.171\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 103.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.590\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 99.00 \cdot (1.171) \cdot 0.590 \text{ ps} = 68.4\text{ps} = 0.0684\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.10\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.224}\text{Ga}_{0.776}\text{As}_{0.487}\text{P}_{0.513}$ ;  $y = 0.487$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.03\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.64 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2079 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1207.9\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.661}\text{Al}_{0.339}\text{As}; x = 0.339; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.85 \text{ eV} = 2.95 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6723 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 672.3\text{nm};$$

3. a)  $A = 43.6\text{mW}/1020.6\mu\text{W} = 42.72$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(42.72) = 16.31\text{dB}$ ; c)  $A_l = 16.31\text{dB}/62\text{m} = 0.263\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 16.31\text{dB} = 32.61\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 1020.6\mu\text{W}/42.72 = 23.890\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 14.7\text{mW}/42.72 = 344.101\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.19mW, b) 3.40mW, c) 6.60mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Slatina**.

$$S = 2 \cdot 33.0\text{cm} \cdot 9.6\text{cm} = 633.60\text{cm}^2 = 0.06336\text{m}^2; P = 2.60\text{W} \cdot 1.1 = 2.86\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 2.86\text{W} / 0.06336\text{m}^2 / 18.9\% = 238.8 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: septembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 12

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.320 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.266 dB; putere emisă minimă 1.040 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.950  $\mu$ W.

$$P_e = 1.040\text{mW} = 0.17\text{dBm}, S_r = 0.950\mu\text{W} = -30.22\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 0.17\text{dBm} - (-30.22\text{dBm}) = 30.39\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 30.39\text{dB} / 0.320\text{dB/km} = 95.0\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 95.0\text{km}/11.3\text{km} = 8.41$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.266 = 2.660\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 27.73\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 27.73\text{dB} / 0.320\text{dB/km} = 86.67\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 86.67\text{km} / 11.3\text{km} = 7.67 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.394\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 28.00\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 28.00\text{dB} / 0.320\text{dB/km} = 87.50\text{km}$ ,  $N = 87.50\text{km} / 11.3\text{km} = 7.74 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 87.50km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.091/4 \cdot (1310 - 1303^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.632\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 115.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.661\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 87.50 \cdot (0.632) \cdot 0.661 \text{ ps} = 36.6\text{ps} = 0.0366\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 17.02\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.368}\text{Ga}_{0.632}\text{As}_{0.794}\text{P}_{0.206}$ ;  $y = 0.794$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.85\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.37 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.4538 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1453.8\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.771}\text{Al}_{0.229}\text{As}; x = 0.229; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.71 \text{ eV} = 2.74 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7262 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 726.2\text{nm};$$

3. a)  $A = 94.0\text{mW}/270.1\mu\text{W} = 348.02$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(348.02) = 25.42\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 25.42\text{dB}/85\text{m} = 0.299\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 25.42\text{dB} = 50.83\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 270.1\mu\text{W}/348.02 = 0.776\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 14.1\text{mW}/348.02 = 40.515\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.31 \text{ W/A}$  a) 0.53mW, b) 3.63mW, c) 5.80mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Salonta**.

$$S = 2 \cdot 35.7\text{cm} \cdot 8.1\text{cm} = 578.34\text{cm}^2 = 0.05783\text{m}^2; P = 2.65\text{W} \cdot 1.1 = 2.92\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 2.92\text{W} / 0.05783\text{m}^2 / 19.7\% = 255.9 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: martie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 13

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.320 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.155 dB; putere emisă minimă 0.545 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.900 μW.

$$P_e = 0.545 \text{ mW} = -2.64 \text{ dBm}, S_r = 0.900 \mu\text{W} = -30.46 \text{ dBm}, \text{ atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -2.64 \text{ dBm} - (-30.46 \text{ dBm}) = 27.82 \text{ dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 27.82 \text{ dB} / 0.320 \text{ dB/km} = 86.9 \text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 86.9 \text{ km} / 10.0 \text{ km} = 8.69$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.155 = 1.550 \text{ dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.27 \text{ dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.27 \text{ dB} / 0.320 \text{ dB/km} = 82.10 \text{ km}$  ceea ce înseamnă  $N = 82.10 \text{ km} / 10.0 \text{ km} = 8.21 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 82.10 km

b) Fibră este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1310 - 1292^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.552 \text{ ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 147.5 \text{ GHz} \cdot 1310^2 \text{ nm} / 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 0.844 \text{ nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 82.10 \cdot (1.552) \cdot 0.844 \text{ ps} = 107.6 \text{ ps} = 0.1076 \text{ ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.79 \text{ Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.293}\text{Ga}_{0.707}\text{As}_{0.635}\text{P}_{0.365}$ ;  $y = 0.635$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.94 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.51 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3191 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1319.1 \text{ nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.847}\text{Al}_{0.153}\text{As}; x = 0.153; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.61 \text{ eV} = 2.58 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7689 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 768.9 \text{ nm};$$

3. a)  $A = 30.9 \text{ mW} / 270.3 \mu\text{W} = 114.32$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(114.32) = 20.58 \text{ dB}$ ; c)  $A_l = 20.58 \text{ dB} / 60 \text{ m} = 0.343 \text{ dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 20.58 \text{ dB} = 41.16 \text{ dB}$ ; e)  $P_2' = 270.3 \mu\text{W} / 114.32 = 2.364 \mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 16.3 \text{ mW} / 114.32 = 142.585 \mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.26 \text{ W/A}$  a) 0.00 mW, b) 0.42 mW, c) 3.01 mW, la curentul de 30 mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Târgu Mureș**.

$$S = 2 \cdot 35.3 \text{ cm} \cdot 9.7 \text{ cm} = 684.82 \text{ cm}^2 = 0.06848 \text{ m}^2; P = 4.60 \text{ W} \cdot 1.1 = 5.06 \text{ W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 5.06 \text{ W} / 0.06848 \text{ m}^2 / 19.3\% = 382.8 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: decembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 14

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.345 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.102 dB; putere emisă minimă 1.250 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.300 μW.

$$P_e = 1.250\text{mW} = 0.97\text{dBm}, S_r = 1.300\mu\text{W} = -28.86\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 0.97\text{dBm} - (-28.86\text{dBm}) = 29.83\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 29.83\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 86.5\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 86.5\text{km}/14.4\text{km} = 6.00$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.102 = 0.816\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 29.01\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.01\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 84.10\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 84.10\text{km} / 14.4\text{km} = 5.84 = 6$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 6$  tronsoane conectate cu 7 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 0.714\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 29.12\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.12\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 84.39\text{km}$ ,  $N = 84.39\text{km} / 14.4\text{km} = 5.86 = 6$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 84.39km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1310 - 1290^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.681\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 127.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.730\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 84.39 \cdot (1.681) \cdot 0.730 \text{ ps} = 103.5\text{ps} = 0.1035\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.01\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.203}\text{Ga}_{0.797}\text{As}_{0.442}\text{P}_{0.558}$ ;  $y = 0.442$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.06\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.69 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.1766 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1176.6\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.731}\text{Al}_{0.269}\text{As}; x = 0.269; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.76\text{ eV} = 2.82 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7056 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 705.6\text{nm};$$

3. a)  $A = 68.2\text{mW}/75.1\mu\text{W} = 908.12$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(908.12) = 29.58\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 29.58\text{dB}/85\text{m} = 0.348\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 29.58\text{dB} = 59.16\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 75.1\mu\text{W}/908.12 = 0.083\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 21.0\text{mW}/908.12 = 23.125\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.27\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 1.45mW, c) 3.20mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Turnu Măgurele**.

$$S = 2 \cdot 32.2\text{cm} \cdot 8.1\text{cm} = 521.64\text{cm}^2 = 0.05216\text{m}^2; P = 2.80\text{W} \cdot 1.1 = 3.08\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.08\text{W} / 0.05216\text{m}^2 / 21.0\% = 281.2\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: noiembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 15

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.290 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.278 dB; putere emisă minimă 1.480 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.200 μW.

$$P_e = 1.480\text{mW} = 1.70\text{dBm}, S_r = 1.200\mu\text{W} = -29.21\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 1.70\text{dBm} - (-29.21\text{dBm}) = 30.91\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 30.91\text{dB} / 0.290\text{dB/km} = 106.6\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 106.6\text{km} / 10.8\text{km} = 9.87$  deci vor fi 10 tronsoane de fibră conectate cu 11 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 11 \cdot 0.278 = 3.058\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 27.85\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 27.85\text{dB} / 0.290\text{dB/km} = 96.04\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 96.04\text{km} / 10.8\text{km} = 8.89 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 9$  tronsoane conectate cu 10 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.780\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 28.13\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 28.13\text{dB} / 0.290\text{dB/km} = 97.00\text{km}$ ,  $N = 97.00\text{km} / 10.8\text{km} = 8.98 = 9$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 97.00km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1310 - 1299^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.945\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 147.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.841\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 97.00 \cdot (0.945) \cdot 0.841 \text{ ps} = 77.1\text{ps} = 0.0771\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.07\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.210}\text{Ga}_{0.790}\text{As}_{0.458}\text{P}_{0.542}$ ;  $y = 0.458$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.05 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.67 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.1876 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1187.6\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.652}\text{Al}_{0.348}\text{As}; x = 0.348; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.86 \text{ eV} = 2.97 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6682 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 668.2\text{nm};$$

3. a)  $A = 61.8\text{mW}/9.3\mu\text{W} = 6645.16$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(6645.16) = 38.23\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 38.23\text{dB}/97\text{m} = 0.394\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 38.23\text{dB} = 76.45\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 9.3\mu\text{W}/6645.16 = 0.001\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 19.5\text{mW}/6645.16 = 2.934\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.28 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.64mW, c) 3.44mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Zalău**.

$$S = 2 \cdot 37.5\text{cm} \cdot 9.3\text{cm} = 697.50\text{cm}^2 = 0.06975\text{m}^2; P = 1.55\text{W} \cdot 1.1 = 1.71\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.71\text{W} / 0.06975\text{m}^2 / 18.2\% = 134.3 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: aprilie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 16

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.275 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.151 dB; putere emisă minimă 0.735 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.350 μW.

$$P_e = 0.735\text{mW} = -1.34\text{dBm}, S_r = 1.350\mu\text{W} = -28.70\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -1.34\text{dBm} - (-28.70\text{dBm}) = 27.36\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 27.36\text{dB} / 0.275\text{dB/km} = 99.5 \text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 99.5\text{km} / 12.8\text{km} = 7.77$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.151 = 1.359\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.00\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.00\text{dB} / 0.275\text{dB/km} = 94.55\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 94.55\text{km} / 12.8\text{km} = 7.39 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 94.55km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1292^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.569\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 100.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.575\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 94.55 \cdot (1.569) \cdot 0.575 \text{ ps} = 85.4\text{ps} = 0.0854\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.29\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.244}\text{Ga}_{0.756}\text{As}_{0.531}\text{P}_{0.469}$ ;  $y = 0.531$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.00 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2397 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1239.7\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.691}\text{Al}_{0.309}\text{As}; x = 0.309; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.81 \text{ eV} = 2.89 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6862 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 686.2\text{nm};$$

3. a)  $A = 63.8\text{mW}/1363.7\mu\text{W} = 46.78$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(46.78) = 16.70\text{dB}$ ; c)  $A_l = 16.70\text{dB}/57\text{m} = 0.293\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 16.70\text{dB} = 33.40\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 1363.7\mu\text{W}/46.78 = 29.149\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 15.6\text{mW}/46.78 = 333.444\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.30 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.03mW, c) 3.03mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Sibiu**.

$$S = 2 \cdot 32.7\text{cm} \cdot 7.1\text{cm} = 464.34\text{cm}^2 = 0.04643\text{m}^2; P = 1.15\text{W} \cdot 1.1 = 1.27\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.27\text{W} / 0.04643\text{m}^2 / 18.4\% = 148.1 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: august.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 17

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.345 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.240 dB; putere emisă minimă 5.100 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.250 μW.

$$P_e = 5.100\text{mW} = 7.08\text{dBm}, S_r = 1.250\mu\text{W} = -29.03\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 7.08\text{dBm} - (-29.03\text{dBm}) = 36.11\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 36.11\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 104.7\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 104.7\text{km} / 11.6\text{km} = 9.02$  deci vor fi 10 tronsoane de fibră conectate cu 11 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 11 \cdot 0.240 = 2.640\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 33.47\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 33.47\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 97.00\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 97.00\text{km} / 11.6\text{km} = 8.36 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 9$  tronsoane conectate cu 10 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.400\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 33.71\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 33.71\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 97.70\text{km}$ ,  $N = 97.70\text{km} / 11.6\text{km} = 8.42 = 9$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 97.70km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.090/4 \cdot (1310 - 1302^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.713\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 106.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.610\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 97.70 \cdot (0.713) \cdot 0.610 \text{ ps} = 42.5\text{ps} = 0.0425\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 14.64\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.188}\text{Ga}_{0.812}\text{As}_{0.411}\text{P}_{0.589}$ ;  $y = 0.411$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.07\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.72 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.1556 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1155.6\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.725}\text{Al}_{0.275}\text{As}; x = 0.275; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.77 \text{ eV} = 2.83 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7027 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 702.7\text{nm};$$

3. a)  $A = 81.7\text{mW}/2281.5\mu\text{W} = 35.81$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(35.81) = 15.54\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 15.54\text{dB}/70\text{m} = 0.222\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 15.54\text{dB} = 31.08\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 2281.5\mu\text{W}/35.81 = 63.712\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 10.1\text{mW}/35.81 = 282.046\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.45mW, b) 3.64mW, c) 5.50mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Râmnicu Sărat**.

$$S = 2 \cdot 37.9\text{cm} \cdot 6.5\text{cm} = 492.70\text{cm}^2 = 0.04927\text{m}^2; P = 1.55\text{W} \cdot 1.1 = 1.71\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.71\text{W} / 0.04927\text{m}^2 / 20.6\% = 168.0 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: septembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 18

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.320 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.148 dB; putere emisă minimă 0.940 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.850 μW.

$$P_e = 0.940\text{mW} = -0.27\text{dBm}, S_r = 0.850\mu\text{W} = -30.71\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -0.27\text{dBm} - (-30.71\text{dBm}) = 30.44\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 30.44\text{dB} / 0.320\text{dB/km} = 95.1 \text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 95.1\text{km} / 14.7\text{km} = 6.47$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.148 = 1.184\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 29.25\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.25\text{dB} / 0.320\text{dB/km} = 91.42\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 91.42\text{km} / 14.7\text{km} = 6.22 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 91.42km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1310 - 1291^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.729\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 133.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.761\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 91.42 \cdot (1.729) \cdot 0.761 \text{ ps} = 120.3\text{ps} = 0.1203\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.17\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.337}\text{Ga}_{0.663}\text{As}_{0.728}\text{P}_{0.272}$ ;  $y = 0.728$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.89 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.42 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3959 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1395.9\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.734}\text{Al}_{0.266}\text{As}; x = 0.266; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.76 \text{ eV} = 2.81 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7071 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 707.1\text{nm};$$

3. a)  $A = 74.3\text{mW}/1349.5\mu\text{W} = 55.06$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(55.06) = 17.41\text{dB}$ ; c)  $A_l = 17.41\text{dB}/68\text{m} = 0.256\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 17.41\text{dB} = 34.82\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 1349.5\mu\text{W}/55.06 = 24.511\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 11.7\text{mW}/55.06 = 212.505\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.28 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.00mW, c) 2.30mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Salonta**.

$$S = 2 \cdot 31.8\text{cm} \cdot 9.0\text{cm} = 572.40\text{cm}^2 = 0.05724\text{m}^2; P = 3.30\text{W} \cdot 1.1 = 3.63\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.63\text{W} / 0.05724\text{m}^2 / 21.4\% = 296.3 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: ianuarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 19

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.345 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.155 dB; putere emisă minimă 1.880 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.600 μW.

$$P_e = 1.880\text{mW} = 2.74\text{dBm}, S_r = 0.600\mu\text{W} = -32.22\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 2.74\text{dBm} - (-32.22\text{dBm}) = 34.96\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 34.96\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 101.3\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 101.3\text{km} / 12.4\text{km} = 8.17$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.155 = 1.550\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 33.41\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 33.41\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 96.84\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 96.84\text{km} / 12.4\text{km} = 7.81 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.395\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 33.57\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 33.57\text{dB} / 0.345\text{dB/km} = 97.29\text{km}$ ,  $N = 97.29\text{km} / 12.4\text{km} = 7.85 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 97.29km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.091/4 \cdot (1310 - 1303^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.632\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 103.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.590\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 97.29 \cdot (0.632) \cdot 0.590 \text{ ps} = 36.2\text{ps} = 0.0362\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 17.17\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.364}\text{Ga}_{0.636}\text{As}_{0.785}\text{P}_{0.215}$ ;  $y = 0.785$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.86\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.37 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.4458 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1445.8\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.831}\text{Al}_{0.169}\text{As}; x = 0.169; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.63\text{ eV} = 2.62 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7595 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 759.5\text{nm};$$

3. a)  $A = 87.3\text{mW}/1064.1\mu\text{W} = 82.04$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(82.04) = 19.14\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 19.14\text{dB}/58\text{m} = 0.330\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 19.14\text{dB} = 38.28\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 1064.1\mu\text{W}/82.04 = 12.970\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 8.3\text{mW}/82.04 = 101.169\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.26\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.99mW, c) 3.30mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Vatra Dornei**.

$$S = 2 \cdot 37.1\text{cm} \cdot 8.0\text{cm} = 593.60\text{cm}^2 = 0.05936\text{m}^2; P = 3.45\text{W} \cdot 1.1 = 3.80\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.80\text{W} / 0.05936\text{m}^2 / 20.6\% = 310.3\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: februarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 20

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.290 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.196 dB; putere emisă minimă 0.510 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.300 μW.

$$P_e = 0.510\text{mW} = -2.92\text{dBm}, S_r = 1.300\mu\text{W} = -28.86\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -2.92\text{dBm} - (-28.86\text{dBm}) = 25.94\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 25.94\text{dB} / 0.290\text{dB/km} = 89.4\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 89.4\text{km}/10.3\text{km} = 8.68$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.196 = 1.960\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 23.98\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 23.98\text{dB} / 0.290\text{dB/km} = 82.68\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 82.68\text{km} / 10.3\text{km} = 8.03 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 82.68km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1310 - 1293^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.434\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 121.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.696\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 82.68 \cdot (1.434) \cdot 0.696 \text{ ps} = 82.4\text{ps} = 0.0824\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.55\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.285}\text{Ga}_{0.715}\text{As}_{0.617}\text{P}_{0.383}$ ;  $y = 0.617$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.95 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.52 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3049 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1304.9\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.847}\text{Al}_{0.153}\text{As}; x = 0.153; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.61 \text{ eV} = 2.58 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7689 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 768.9\text{nm};$$

3. a)  $A = 94.8\text{mW}/324.7\mu\text{W} = 291.96$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(291.96) = 24.65\text{dB}$ ; c)  $A_l = 24.65\text{dB}/89\text{m} = 0.277\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 24.65\text{dB} = 49.31\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 324.7\mu\text{W}/291.96 = 1.112\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 20.0\text{mW}/291.96 = 68.502\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 1.47mW, c) 4.68mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Sfântu Gheorghe**.

$$S = 2 \cdot 37.5\text{cm} \cdot 6.7\text{cm} = 502.50\text{cm}^2 = 0.05025\text{m}^2; P = 3.30\text{W} \cdot 1.1 = 3.63\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.63\text{W} / 0.05025\text{m}^2 / 21.3\% = 339.1 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: februarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 21

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.310 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.157 dB; putere emisă minimă 0.950 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.400 μW.

$$P_e = 0.950\text{mW} = -0.22\text{dBm}, S_r = 1.400\mu\text{W} = -28.54\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -0.22\text{dBm} - (-28.54\text{dBm}) = 28.32\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 28.32\text{dB} / 0.310\text{dB/km} = 91.3\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 91.3\text{km}/11.1\text{km} = 8.23$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.157 = 1.570\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.75\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.75\text{dB} / 0.310\text{dB/km} = 86.28\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 86.28\text{km} / 11.1\text{km} = 7.77 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.413\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 26.90\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.90\text{dB} / 0.310\text{dB/km} = 86.78\text{km}$ ,  $N = 86.78\text{km} / 11.1\text{km} = 7.82 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 86.78km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1310 - 1292^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.552\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 142.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.816\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 86.78 \cdot (1.552) \cdot 0.816 \text{ ps} = 109.8\text{ps} = 0.1098\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.66\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.291}\text{Ga}_{0.709}\text{As}_{0.631}\text{P}_{0.369}$ ;  $y = 0.631$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.94 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.51 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3159 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1315.9\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.756}\text{Al}_{0.244}\text{As}; x = 0.244; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.73 \text{ eV} = 2.77 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7184 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 718.4\text{nm};$$

3. a)  $A = 63.4\text{mW}/330.3\mu\text{W} = 191.95$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(191.95) = 22.83\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 22.83\text{dB}/79\text{m} = 0.289\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 22.83\text{dB} = 45.66\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 330.3\mu\text{W}/191.95 = 1.721\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 10.9\text{mW}/191.95 = 56.787\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.31 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.67mW, c) 3.50mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea Sebes.

$$S = 2 \cdot 38.6\text{cm} \cdot 9.8\text{cm} = 756.56\text{cm}^2 = 0.07566\text{m}^2; P = 4.10\text{W} \cdot 1.1 = 4.51\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 4.51\text{W} / 0.07566\text{m}^2 / 19.0\% = 313.7 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: decembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 22

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.325 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.176 dB; putere emisă minimă 0.620 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.500 μW.

$$P_e = 0.620\text{mW} = -2.08\text{dBm}, S_r = 0.500\mu\text{W} = -33.01\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -2.08\text{dBm} - (-33.01\text{dBm}) = 30.93\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 30.93\text{dB} / 0.325\text{dB/km} = 95.2\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 95.2\text{km} / 11.5\text{km} = 8.28$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.176 = 1.760\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 29.17\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.17\text{dB} / 0.325\text{dB/km} = 89.77\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 89.77\text{km} / 11.5\text{km} = 7.81 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.584\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 29.35\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.35\text{dB} / 0.325\text{dB/km} = 90.31\text{km}$ ,  $N = 90.31\text{km} / 11.5\text{km} = 7.85 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 90.31km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.090/4 \cdot (1310 - 1299^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.978\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 144.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.824\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 90.31 \cdot (0.978) \cdot 0.824 \text{ ps} = 72.8\text{ps} = 0.0728\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.55\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.249}\text{Ga}_{0.751}\text{As}_{0.541}\text{P}_{0.459}$ ;  $y = 0.541$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.00\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.59 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2470 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1247.0\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.742}\text{Al}_{0.258}\text{As}; x = 0.258; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.75 \text{ eV} = 2.79 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7112 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 711.2\text{nm};$$

3. a)  $A = 40.2\text{mW}/62.5\mu\text{W} = 643.20$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(643.20) = 28.08\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 28.08\text{dB}/80\text{m} = 0.351\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 28.08\text{dB} = 56.17\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 62.5\mu\text{W}/643.20 = 0.097\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 6.1\text{mW}/643.20 = 9.484\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.25 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.00mW, c) 2.00mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Urziceni**.

$$S = 2 \cdot 34.9\text{cm} \cdot 8.0\text{cm} = 558.40\text{cm}^2 = 0.05584\text{m}^2; P = 0.80\text{W} \cdot 1.1 = 0.88\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 0.88\text{W} / 0.05584\text{m}^2 / 18.5\% = 85.2 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: iulie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 23

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.300 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.274 dB; putere emisă minimă 1.390 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.350 μW.

$$P_e = 1.390\text{mW} = 1.43\text{dBm}, S_r = 1.350\mu\text{W} = -28.70\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 1.43\text{dBm} - (-28.70\text{dBm}) = 30.13\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 30.13\text{dB} / 0.300\text{dB/km} = 100.4\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 100.4\text{km}/10.0\text{km} = 10.04$  deci vor fi 11 tronsoane de fibră conectate cu 12 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 12 \cdot 0.274 = 3.288\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.84\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.84\text{dB} / 0.300\text{dB/km} = 89.46\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 89.46\text{km} / 10.0\text{km} = 8.95 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 9$  tronsoane conectate cu 10 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.740\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 27.39\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 27.39\text{dB} / 0.300\text{dB/km} = 91.29\text{km}$ ,  $N = 91.29\text{km} / 10.0\text{km} = 9.13 = 9$  tronsoane. Apare o oscilație generată de atenuarea pe un conector, vor fi exact 9 tronsoane fără fracțiuni

Distanța maximă de realizare a legăturii: 90.00km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1298^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.053\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 134.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.770\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 90.00 \cdot (1.053) \cdot 0.770 \text{ ps} = 73.0\text{ps} = 0.0730\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.52\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.271}\text{Ga}_{0.729}\text{As}_{0.588}\text{P}_{0.412}$ ;  $y = 0.588$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.97\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.55 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2824 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1282.4\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.847}\text{Al}_{0.153}\text{As}; x = 0.153; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.61 \text{ eV} = 2.58 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7689 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 768.9\text{nm};$$

3. a)  $A = 25.9\text{mW}/19.8\mu\text{W} = 1308.08$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(1308.08) = 31.17\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 31.17\text{dB}/93\text{m} = 0.335\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 31.17\text{dB} = 62.33\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 19.8\mu\text{W}/1308.08 = 0.015\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 15.0\text{mW}/1308.08 = 11.467\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.30 \text{ W/A}$  a) 0.45mW, b) 3.46mW, c) 4.20mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Câmpulung**.

$$S = 2 \cdot 31.3\text{cm} \cdot 7.5\text{cm} = 469.50\text{cm}^2 = 0.04695\text{m}^2; P = 1.00\text{W} \cdot 1.1 = 1.10\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.10\text{W} / 0.04695\text{m}^2 / 20.5\% = 114.3 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: august.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 24

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.340 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.249 dB; putere emisă minimă 0.975 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.600 μW.

$$P_e = 0.975 \text{ mW} = -0.11 \text{ dBm}, S_r = 0.600 \mu\text{W} = -32.22 \text{ dBm}, \text{ atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -0.11 \text{ dBm} - (-32.22 \text{ dBm}) = 32.11 \text{ dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 32.11 \text{ dB} / 0.340 \text{ dB/km} = 94.4 \text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 94.4 \text{ km} / 14.6 \text{ km} = 6.47$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.249 = 1.992 \text{ dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 30.12 \text{ dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 30.12 \text{ dB} / 0.340 \text{ dB/km} = 88.58 \text{ km}$  ceea ce înseamnă  $N = 88.58 \text{ km} / 14.6 \text{ km} = 6.07 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 88.58 km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1310 - 1300^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.840 \text{ ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 146.5 \text{ GHz} \cdot 1310^2 \text{ nm} / 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 0.839 \text{ nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 88.58 \cdot (0.840) \cdot 0.839 \text{ ps} = 62.4 \text{ ps} = 0.0624 \text{ ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.97 \text{ Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.289}\text{Ga}_{0.711}\text{As}_{0.626}\text{P}_{0.374}$ ;  $y = 0.626$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.95 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.51 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3120 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1312.0 \text{ nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.811}\text{Al}_{0.189}\text{As}; x = 0.189; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.66 \text{ eV} = 2.66 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7481 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 748.1 \text{ nm};$$

3. a)  $A = 58.4 \text{ mW} / 92.7 \mu\text{W} = 629.99$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(629.99) = 27.99 \text{ dB}$ ; c)  $A_l = 27.99 \text{ dB} / 90 \text{ m} = 0.311 \text{ dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 27.99 \text{ dB} = 55.99 \text{ dB}$ ; e)  $P_2' = 92.7 \mu\text{W} / 629.99 = 0.147 \mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 16.4 \text{ mW} / 629.99 = 26.032 \mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.26 \text{ W/A}$  a) 0.00 mW, b) 1.77 mW, c) 4.36 mW, la curentul de 30 mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Râmnicu Vâlcea**.

$$S = 2 \cdot 37.3 \text{ cm} \cdot 9.1 \text{ cm} = 678.86 \text{ cm}^2 = 0.06789 \text{ m}^2; P = 3.50 \text{ W} \cdot 1.1 = 3.85 \text{ W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.85 \text{ W} / 0.06789 \text{ m}^2 / 18.8\% = 301.7 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: februarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 25

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.280 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.185 dB; putere emisă minimă 0.720 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.200 μW.

$$P_e = 0.720\text{mW} = -1.43\text{dBm}, S_r = 1.200\mu\text{W} = -29.21\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -1.43\text{dBm} - (-29.21\text{dBm}) = 27.78\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 27.78\text{dB} / 0.280\text{dB/km} = 99.2\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 99.2\text{km}/12.4\text{km} = 8.00$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.185 = 1.850\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 25.93\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 25.93\text{dB} / 0.280\text{dB/km} = 92.61\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 92.61\text{km} / 12.4\text{km} = 7.47 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.665\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 26.12\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.12\text{dB} / 0.280\text{dB/km} = 93.27\text{km}$ ,  $N = 93.27\text{km} / 12.4\text{km} = 7.52 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 93.27km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1303^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.618\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 101.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.578\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 93.27 \cdot (0.618) \cdot 0.578 \text{ ps} = 33.3\text{ps} = 0.0333\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 18.67\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.205}\text{Ga}_{0.795}\text{As}_{0.446}\text{P}_{0.554}$ ;  $y = 0.446$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.05 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.68 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.1793 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1179.3\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.747}\text{Al}_{0.253}\text{As}; x = 0.253; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.74 \text{ eV} = 2.78 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7137 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 713.7\text{nm};$$

3. a)  $A = 38.1\text{mW}/552.4\mu\text{W} = 68.97$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(68.97) = 18.39\text{dB}$ ; c)  $A_l = 18.39\text{dB}/58\text{m} = 0.317\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 18.39\text{dB} = 36.77\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 552.4\mu\text{W}/68.97 = 8.009\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 23.8\text{mW}/68.97 = 345.069\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 1.47mW, c) 4.67mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Roman**.

$$S = 2 \cdot 39.0\text{cm} \cdot 6.5\text{cm} = 507.00\text{cm}^2 = 0.05070\text{m}^2; P = 0.70\text{W} \cdot 1.1 = 0.77\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 0.77\text{W} / 0.05070\text{m}^2 / 21.0\% = 72.3 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: iunie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 26

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.270 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.139 dB; putere emisă minimă 0.530 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.750 μW.

$$P_e = 0.530\text{mW} = -2.76\text{dBm}, S_r = 0.750\mu\text{W} = -31.25\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -2.76\text{dBm} - (-31.25\text{dBm}) = 28.49\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 28.49\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 105.5\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 105.5\text{km} / 10.3\text{km} = 10.25$  deci vor fi 11 tronsoane de fibră conectate cu 12 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 12 \cdot 0.139 = 1.668\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.82\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.82\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 99.35\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 99.35\text{km} / 10.3\text{km} = 9.65 = 10$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 10$  tronsoane conectate cu 11 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.529\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 26.96\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.96\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 99.86\text{km}$ ,  $N = 99.86\text{km} / 10.3\text{km} = 9.70 = 10$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 99.86km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1310 - 1297^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.191\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 113.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.650\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 99.86 \cdot (1.191) \cdot 0.650 \text{ ps} = 77.3\text{ps} = 0.0773\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.05\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.242}\text{Ga}_{0.758}\text{As}_{0.526}\text{P}_{0.474}$ ;  $y = 0.526$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.00\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.61 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2360 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1236.0\text{nm}$$

LED  $\text{Ga}_{0.725}\text{Al}_{0.275}\text{As}$ ;  $x = 0.275$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.77\text{ eV} = 2.83 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 0.7027 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 702.7\text{nm}$ ;

3. a)  $A = 39.6\text{mW}/554.7\mu\text{W} = 71.39$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(71.39) = 18.54\text{dB}$ ; c)  $A_l = 18.54\text{dB}/56\text{m} = 0.331\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 18.54\text{dB} = 37.07\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 554.7\mu\text{W}/71.39 = 7.770\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 11.1\text{mW}/71.39 = 155.484\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.31 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.00mW, c) 2.91mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Târgu Secuiesc**.

$$S = 2 \cdot 33.6\text{cm} \cdot 8.3\text{cm} = 557.76\text{cm}^2 = 0.05578\text{m}^2; P = 3.60\text{W} \cdot 1.1 = 3.96\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.96\text{W} / 0.05578\text{m}^2 / 20.7\% = 343.0 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: noiembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 27

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.300 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.206 dB; putere emisă minimă 1.585 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.050 μW.

$$P_e = 1.585\text{mW} = 2.00\text{dBm}, S_r = 1.050\mu\text{W} = -29.79\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 2.00\text{dBm} - (-29.79\text{dBm}) = 31.79\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 31.79\text{dB} / 0.300\text{dB/km} = 106.0\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 106.0\text{km} / 11.6\text{km} = 9.13$  deci vor fi 10 tronsoane de fibră conectate cu 11 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 11 \cdot 0.206 = 2.266\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 29.52\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.52\text{dB} / 0.300\text{dB/km} = 98.41\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 98.41\text{km} / 11.6\text{km} = 8.48 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 9$  tronsoane conectate cu 10 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.060\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 29.73\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.73\text{dB} / 0.300\text{dB/km} = 99.09\text{km}$ ,  $N = 99.09\text{km} / 11.6\text{km} = 8.54 = 9$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 99.09km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1310 - 1300^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.840\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 136.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.779\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 99.09 \cdot (0.840) \cdot 0.779 \text{ ps} = 64.8\text{ps} = 0.0648\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.60\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.406}\text{Ga}_{0.594}\text{As}_{0.873}\text{P}_{0.127}$ ;  $y = 0.873$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.81 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.30 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.5273 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1527.3\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.741}\text{Al}_{0.259}\text{As}; x = 0.259; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.75 \text{ eV} = 2.80 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7107 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 710.7\text{nm};$$

3. a)  $A = 89.7\text{mW}/114.5\mu\text{W} = 783.41$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(783.41) = 28.94\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 28.94\text{dB}/91\text{m} = 0.318\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 28.94\text{dB} = 57.88\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 114.5\mu\text{W}/783.41 = 0.146\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 8.6\text{mW}/783.41 = 10.978\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.30 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.42mW, c) 3.30mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Săcele**.

$$S = 2 \cdot 34.2\text{cm} \cdot 7.2\text{cm} = 492.48\text{cm}^2 = 0.04925\text{m}^2; P = 1.25\text{W} \cdot 1.1 = 1.38\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.38\text{W} / 0.04925\text{m}^2 / 19.6\% = 142.4 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: aprilie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 28

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.290 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.124 dB; putere emisă minimă 0.860 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.450 μW.

$$P_e = 0.860\text{mW} = -0.66\text{dBm}, S_r = 1.450\mu\text{W} = -28.39\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -0.66\text{dBm} - (-28.39\text{dBm}) = 27.73\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 27.73\text{dB} / 0.290\text{dB/km} = 95.6\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 95.6\text{km}/12.1\text{km} = 7.90$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.124 = 1.116\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.62\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.62\text{dB} / 0.290\text{dB/km} = 91.78\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 91.78\text{km} / 12.1\text{km} = 7.58 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 91.78km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.090/4 \cdot (1310 - 1299^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.978\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 129.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.738\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 91.78 \cdot (0.978) \cdot 0.738 \text{ ps} = 66.3\text{ps} = 0.0663\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.39\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.406}\text{Ga}_{0.594}\text{As}_{0.873}\text{P}_{0.127}$ ;  $y = 0.873$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.81\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.30 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.5273 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1527.3\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.855}\text{Al}_{0.145}\text{As}; x = 0.145; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.60 \text{ eV} = 2.57 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7736 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 773.6\text{nm};$$

3. a)  $A = 29.5\text{mW}/638.8\mu\text{W} = 46.18$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(46.18) = 16.64\text{dB}$ ; c)  $A_l = 16.64\text{dB}/73\text{m} = 0.228\text{dB/m}$ ;  
d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 16.64\text{dB} = 33.29\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 638.8\mu\text{W}/46.18 = 13.833\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 22.0\text{mW}/46.18 = 476.393\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.31 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.11mW, c) 4.80mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Sighetu Marmatiei**.

$$S = 2 \cdot 31.0\text{cm} \cdot 8.8\text{cm} = 545.60\text{cm}^2 = 0.05456\text{m}^2; P = 4.05\text{W} \cdot 1.1 = 4.46\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 4.46\text{W} / 0.05456\text{m}^2 / 21.0\% = 388.8 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: ianuarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 29

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.260 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.116 dB; putere emisă minimă 0.285 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.200 μW.

$$P_e = 0.285\text{mW} = -5.45\text{dBm}, S_r = 1.200\mu\text{W} = -29.21\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -5.45\text{dBm} - (-29.21\text{dBm}) = 23.76\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 23.76\text{dB} / 0.260\text{dB/km} = 91.4\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 91.4\text{km}/12.6\text{km} = 7.25$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.116 = 1.044\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 22.71\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 22.71\text{dB} / 0.260\text{dB/km} = 87.36\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 87.36\text{km} / 12.6\text{km} = 6.93 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 7$  tronsoane conectate cu 8 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 0.928\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 22.83\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 22.83\text{dB} / 0.260\text{dB/km} = 87.80\text{km}$ ,  $N = 87.80\text{km} / 12.6\text{km} = 6.97 = 7$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 87.80km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1296^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.226\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 121.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.693\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 87.80 \cdot (1.226) \cdot 0.693 \text{ ps} = 74.6\text{ps} = 0.0746\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.34\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.227}\text{Ga}_{0.773}\text{As}_{0.494}\text{P}_{0.506}$ ;  $y = 0.494$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.02\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.64 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2129 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1212.9\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.836}\text{Al}_{0.164}\text{As}; x = 0.164; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.63 \text{ eV} = 2.61 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7624 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 762.4\text{nm};$$

3. a)  $A = 34.3\text{mW}/118.0\mu\text{W} = 290.68$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(290.68) = 24.63\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 24.63\text{dB}/63\text{m} = 0.391\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 24.63\text{dB} = 49.27\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 118.0\mu\text{W}/290.68 = 0.406\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 13.6\text{mW}/290.68 = 46.787\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 1.76mW, c) 3.40mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Satu Mare**.

$$S = 2 \cdot 37.2\text{cm} \cdot 8.3\text{cm} = 617.52\text{cm}^2 = 0.06175\text{m}^2; P = 2.40\text{W} \cdot 1.1 = 2.64\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 2.64\text{W} / 0.06175\text{m}^2 / 20.5\% = 208.5 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: martie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 30

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.295 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.298 dB; putere emisă minimă 0.675 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.150 μW.

$$P_e = 0.675\text{mW} = -1.71\text{dBm}, S_r = 1.150\mu\text{W} = -29.39\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -1.71\text{dBm} - (-29.39\text{dBm}) = 27.69\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 27.69\text{dB} / 0.295\text{dB/km} = 93.9\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 93.9\text{km} / 11.3\text{km} = 8.31$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.298 = 2.980\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 24.71\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 24.71\text{dB} / 0.295\text{dB/km} = 83.75\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 83.75\text{km} / 11.3\text{km} = 7.41 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.682\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 25.00\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 25.00\text{dB} / 0.295\text{dB/km} = 84.76\text{km}$ ,  $N = 84.76\text{km} / 11.3\text{km} = 7.50 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 84.76km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1310 - 1292^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.499\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 105.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}^2/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.601\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 84.76 \cdot (1.499) \cdot 0.601 \text{ ps} = 76.4\text{ps} = 0.0764\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.15\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.230}\text{Ga}_{0.770}\text{As}_{0.500}\text{P}_{0.500}$ ;  $y = 0.500$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.02 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.63 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2172 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1217.2\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.854}\text{Al}_{0.146}\text{As}; x = 0.146; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.61 \text{ eV} = 2.57 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7730 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 773.0\text{nm};$$

3. a)  $A = 69.0\text{mW}/1187.8\mu\text{W} = 58.09$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(58.09) = 17.64\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 17.64\text{dB}/59\text{m} = 0.299\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 17.64\text{dB} = 35.28\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 1187.8\mu\text{W}/58.09 = 20.447\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 16.9\text{mW}/58.09 = 290.925\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.30 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.79mW, c) 3.80mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Toplita**.

$$S = 2 \cdot 37.4\text{cm} \cdot 7.3\text{cm} = 546.04\text{cm}^2 = 0.05460\text{m}^2; P = 2.65\text{W} \cdot 1.1 = 2.92\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 2.92\text{W} / 0.05460\text{m}^2 / 18.5\% = 288.6 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: noiembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 31

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.250 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.222 dB; putere emisă minimă 0.205 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.000 μW.

$P_e = 0.205\text{mW} = -6.88\text{dBm}$ ,  $S_r = 1.000\mu\text{W} = -30.00\text{dBm}$ , atenuarea maximă permisă  $A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -6.88\text{dBm} - (-30.00\text{dBm}) = 23.12\text{dB}$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 23.12\text{dB} / 0.250\text{dB/km} = 92.5\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 92.5\text{km}/12.8\text{km} = 7.22$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.222 = 1.998\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 21.12\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 21.12\text{dB} / 0.250\text{dB/km} = 84.48\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 84.48\text{km} / 12.8\text{km} = 6.60 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 7$  tronsoane conectate cu 8 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.776\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 21.34\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 21.34\text{dB} / 0.250\text{dB/km} = 85.37\text{km}$ ,  $N = 85.37\text{km} / 12.8\text{km} = 6.67 = 7$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 85.37km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

Dispersia  $D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1310 - 1296^4/1310^3)$  ps/nm/km = 1.199ps/nm/km;

$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 130.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.747\text{nm}$ ;  $\Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ ;

$\Delta\tau = 85.37 \cdot (1.199) \cdot 0.747$  ps = 76.4ps = 0.0764ns;  $V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.14\text{Gb/s}$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.405}\text{Ga}_{0.595}\text{As}_{0.870}\text{P}_{0.130}$ ;  $y = 0.870$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.81$  eV;

$E_g = h \cdot c/\lambda$ ,  $E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]$ ;  $c = 299792458$  m/s,  $h = 6.6261 \cdot 10^{-34}$  m<sup>2</sup>kg/s,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$  C,

$E_g = 1.30 \cdot 10^{-19}$  J;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 1.5244 \cdot 10^{-6}$  m = 1524.4nm

LED  $\text{Ga}_{0.827}\text{Al}_{0.173}\text{As}$ ;  $x = 0.173$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.64$  eV =  $2.62 \cdot 10^{-19}$  J;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 0.7572 \cdot 10^{-6}$  m = 757.2nm;

3. a)  $A = 69.5\text{mW}/2798.8\mu\text{W} = 24.83$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(24.83) = 13.95\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 13.95\text{dB}/62\text{m} = 0.225\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 13.95\text{dB} = 27.90\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 2798.8\mu\text{W}/24.83 = 112.709\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 17.6\text{mW}/24.83 = 708.761\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.25$  W/A a) 0.00mW, b) 1.60mW, c) 3.00mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea Sighișoara.

$S = 2 \cdot 36.9\text{cm} \cdot 8.4\text{cm} = 619.92\text{cm}^2 = 0.06199\text{m}^2$ ;  $P = 0.70\text{W} \cdot 1.1 = 0.77\text{W}$ ;

$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 0.77\text{W} / 0.06199\text{m}^2 / 21.6\% = 57.5$  W/m<sup>2</sup>

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: iunie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 32

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.285 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.297 dB; putere emisă minimă 0.930 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.250 μW.

$$P_e = 0.930\text{mW} = -0.32\text{dBm}, S_r = 1.250\mu\text{W} = -29.03\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -0.32\text{dBm} - (-29.03\text{dBm}) = 28.72\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 28.72\text{dB} / 0.285\text{dB/km} = 100.8\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 100.8\text{km}/13.0\text{km} = 7.75$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.297 = 2.673\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.04\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.04\text{dB} / 0.285\text{dB/km} = 91.38\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 91.38\text{km} / 13.0\text{km} = 7.03 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 91.38km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1310 - 1303^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.604\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 104.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.598\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 91.38 \cdot (0.604) \cdot 0.598 \text{ ps} = 33.0\text{ps} = 0.0330\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 18.84\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.274}\text{Ga}_{0.726}\text{As}_{0.595}\text{P}_{0.405}$ ;  $y = 0.595$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.96\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.54 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2878 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1287.8\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.696}\text{Al}_{0.304}\text{As}; x = 0.304; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.80 \text{ eV} = 2.88 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6886 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 688.6\text{nm};$$

3. a)  $A = 77.5\text{mW}/4736.9\mu\text{W} = 16.36$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(16.36) = 12.14\text{dB}$ ; c)  $A_l = 12.14\text{dB}/51\text{m} = 0.238\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 12.14\text{dB} = 24.28\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 4736.9\mu\text{W}/16.36 = 289.525\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 24.5\text{mW}/16.36 = 1497.472\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.00mW, c) 2.88mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Resița**.

$$S = 2 \cdot 33.5\text{cm} \cdot 6.4\text{cm} = 428.80\text{cm}^2 = 0.04288\text{m}^2; P = 2.85\text{W} \cdot 1.1 = 3.14\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.14\text{W} / 0.04288\text{m}^2 / 21.6\% = 338.5 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: februarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 33

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.285 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.296 dB; putere emisă minimă 1.290 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.400 μW.

$$P_e = 1.290\text{mW} = 1.11\text{dBm}, S_r = 1.400\mu\text{W} = -28.54\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 1.11\text{dBm} - (-28.54\text{dBm}) = 29.64\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 29.64\text{dB} / 0.285\text{dB/km} = 104.0\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 104.0\text{km} / 14.5\text{km} = 7.17$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.296 = 2.664\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 26.98\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 26.98\text{dB} / 0.285\text{dB/km} = 94.67\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 94.67\text{km} / 14.5\text{km} = 6.53 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 7$  tronsoane conectate cu 8 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.368\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 27.28\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 27.28\text{dB} / 0.285\text{dB/km} = 95.71\text{km}$ ,  $N = 95.71\text{km} / 14.5\text{km} = 6.60 = 7$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 95.71km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1310 - 1291^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.636\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 118.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.678\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 95.71 \cdot (1.636) \cdot 0.678 \text{ ps} = 106.2\text{ps} = 0.1062\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.86\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.411}\text{Ga}_{0.589}\text{As}_{0.883}\text{P}_{0.117}$ ;  $y = 0.883$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.81 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.29 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.5369 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1536.9\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.890}\text{Al}_{0.110}\text{As}; x = 0.110; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.56 \text{ eV} = 2.50 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7953 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 795.3\text{nm};$$

3. a)  $A = 47.1\text{mW}/56.5\mu\text{W} = 833.63$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(833.63) = 29.21\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 29.21\text{dB}/98\text{m} = 0.298\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 29.21\text{dB} = 58.42\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 56.5\mu\text{W}/833.63 = 0.068\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 11.6\text{mW}/833.63 = 13.915\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.30 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.46mW, c) 4.80mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Reghin**.

$$S = 2 \cdot 33.2\text{cm} \cdot 8.1\text{cm} = 537.84\text{cm}^2 = 0.05378\text{m}^2; P = 1.40\text{W} \cdot 1.1 = 1.54\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.54\text{W} / 0.05378\text{m}^2 / 19.2\% = 149.1 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: aprilie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 34

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.325 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.296 dB; putere emisă minimă 0.870 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.650 μW.

$$P_e = 0.870\text{mW} = -0.60\text{dBm}, S_r = 0.650\mu\text{W} = -31.87\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -0.60\text{dBm} - (-31.87\text{dBm}) = 31.27\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 31.27\text{dB} / 0.325\text{dB/km} = 96.2\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 96.2\text{km} / 14.8\text{km} = 6.50$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.296 = 2.368\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 28.90\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 28.90\text{dB} / 0.325\text{dB/km} = 88.92\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 88.92\text{km} / 14.8\text{km} = 6.01 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 88.92km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1310 - 1301^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.775\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 127.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.727\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 88.92 \cdot (0.775) \cdot 0.727 \text{ ps} = 50.1\text{ps} = 0.0501\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 12.42\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.249}\text{Ga}_{0.751}\text{As}_{0.541}\text{P}_{0.459}$ ;  $y = 0.541$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.00\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.59 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2470 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1247.0\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.763}\text{Al}_{0.237}\text{As}; x = 0.237; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.72\text{ eV} = 2.75 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7220 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 722.0\text{nm};$$

3. a)  $A = 64.1\text{mW}/982.7\mu\text{W} = 65.23$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(65.23) = 18.14\text{dB}$ ; c)  $A_l = 18.14\text{dB}/63\text{m} = 0.288\text{dB/m}$ ;  
d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 18.14\text{dB} = 36.29\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 982.7\mu\text{W}/65.23 = 15.066\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 21.3\text{mW}/65.23 = 326.545\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.29\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.64mW, c) 3.50mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Vulcan**.

$$S = 2 \cdot 34.5\text{cm} \cdot 9.1\text{cm} = 627.90\text{cm}^2 = 0.06279\text{m}^2; P = 0.85\text{W} \cdot 1.1 = 0.94\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 0.94\text{W} / 0.06279\text{m}^2 / 19.0\% = 78.4\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: iulie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 35

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.280 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.278 dB; putere emisă minimă 0.245 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.600 μW.

$$P_e = 0.245\text{mW} = -6.11\text{dBm}, S_r = 0.600\mu\text{W} = -32.22\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -6.11\text{dBm} - (-32.22\text{dBm}) = 26.11\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 26.11\text{dB} / 0.280\text{dB/km} = 93.3\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 93.3\text{km} / 13.8\text{km} = 6.76$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.278 = 2.224\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 23.89\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 23.89\text{dB} / 0.280\text{dB/km} = 85.31\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 85.31\text{km} / 13.8\text{km} = 6.18 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 85.31km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1310 - 1297^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.191\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 134.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.770\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 85.31 \cdot (1.191) \cdot 0.770 \text{ ps} = 78.2\text{ps} = 0.0782\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.95\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.242}\text{Ga}_{0.758}\text{As}_{0.525}\text{P}_{0.475}$ ;  $y = 0.525$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.01\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.61 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2353 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1235.3\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.738}\text{Al}_{0.262}\text{As}; x = 0.262; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.75\text{ eV} = 2.80 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7092 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 709.2\text{nm};$$

3. a)  $A = 96.6\text{mW}/1960.5\mu\text{W} = 49.27$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(49.27) = 16.93\text{dB}$ ; c)  $A_l = 16.93\text{dB}/62\text{m} = 0.273\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 16.93\text{dB} = 33.85\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 1960.5\mu\text{W}/49.27 = 39.788\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 11.5\text{mW}/49.27 = 233.393\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.34\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.11mW, c) 3.00mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Tecuci**.

$$S = 2 \cdot 37.1\text{cm} \cdot 9.0\text{cm} = 667.80\text{cm}^2 = 0.06678\text{m}^2; P = 1.20\text{W} \cdot 1.1 = 1.32\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.32\text{W} / 0.06678\text{m}^2 / 20.4\% = 96.9\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: mai.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 36

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.255 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.162 dB; putere emisă minimă 0.100 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.500 μW.

$$P_e = 0.100\text{mW} = -10.00\text{dBm}, S_r = 0.500\mu\text{W} = -33.01\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -10.00\text{dBm} - (-33.01\text{dBm}) = 23.01\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 23.01\text{dB} / 0.255\text{dB/km} = 90.2\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 90.2\text{km}/13.0\text{km} = 6.94$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.162 = 1.296\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 21.71\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 21.71\text{dB} / 0.255\text{dB/km} = 85.15\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 85.15\text{km} / 13.0\text{km} = 6.55 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 85.15km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1310 - 1297^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.178\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 104.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.595\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 85.15 \cdot (1.178) \cdot 0.595 \text{ ps} = 59.7\text{ps} = 0.0597\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 10.42\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.187}\text{Ga}_{0.813}\text{As}_{0.408}\text{P}_{0.592}$ ;  $y = 0.408$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.08 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.72 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.1536 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1153.6\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.696}\text{Al}_{0.304}\text{As}; x = 0.304; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.80 \text{ eV} = 2.88 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6886 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 688.6\text{nm};$$

3. a)  $A = 89.7\text{mW}/725.2\mu\text{W} = 123.69$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(123.69) = 20.92\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 20.92\text{dB}/61\text{m} = 0.343\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 20.92\text{dB} = 41.85\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 725.2\mu\text{W}/123.69 = 5.863\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 17.5\text{mW}/123.69 = 141.483\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.34 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.00mW, c) 3.29mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Caransebeș**.

$$S = 2 \cdot 36.0\text{cm} \cdot 7.7\text{cm} = 554.40\text{cm}^2 = 0.05544\text{m}^2; P = 1.45\text{W} \cdot 1.1 = 1.60\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.60\text{W} / 0.05544\text{m}^2 / 19.0\% = 151.4 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: aprilie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 37

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.310 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.209 dB; putere emisă minimă 1.100 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.600 μW.

$$P_e = 1.100\text{mW} = 0.41\text{dBm}, S_r = 0.600\mu\text{W} = -32.22\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 0.41\text{dBm} - (-32.22\text{dBm}) = 32.63\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 32.63\text{dB} / 0.310\text{dB/km} = 105.3\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 105.3\text{km} / 12.7\text{km} = 8.29$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.209 = 2.090\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 30.54\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 30.54\text{dB} / 0.310\text{dB/km} = 98.52\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 98.52\text{km} / 12.7\text{km} = 7.76 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.881\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 30.75\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 30.75\text{dB} / 0.310\text{dB/km} = 99.20\text{km}$ ,  $N = 99.20\text{km} / 12.7\text{km} = 7.81 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 99.20km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1310 - 1290^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.661\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 116.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.664\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 99.20 \cdot (1.661) \cdot 0.664 \text{ ps} = 109.4\text{ps} = 0.1094\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.69\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.287}\text{Ga}_{0.713}\text{As}_{0.622}\text{P}_{0.378}$ ;  $y = 0.622$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.95\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.52 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3088 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1308.8\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.862}\text{Al}_{0.138}\text{As}; x = 0.138; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.60\text{ eV} = 2.55 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7779 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 777.9\text{nm};$$

3. a)  $A = 65.7\text{mW}/943.9\mu\text{W} = 69.60$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(69.60) = 18.43\text{dB}$ ; c)  $A_l = 18.43\text{dB}/74\text{m} = 0.249\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 18.43\text{dB} = 36.85\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 943.9\mu\text{W}/69.60 = 13.561\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 7.4\text{mW}/69.60 = 106.314\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.25\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.00mW, c) 2.70mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Alexandria**.

$$S = 2 \cdot 39.8\text{cm} \cdot 8.8\text{cm} = 700.48\text{cm}^2 = 0.07005\text{m}^2; P = 0.75\text{W} \cdot 1.1 = 0.83\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 0.83\text{W} / 0.07005\text{m}^2 / 20.2\% = 58.3\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: iunie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 38

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.340 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.240 dB; putere emisă minimă 1.940 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.950 μW.

$$P_e = 1.940\text{mW} = 2.88\text{dBm}, S_r = 0.950\mu\text{W} = -30.22\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 2.88\text{dBm} - (-30.22\text{dBm}) = 33.10\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 33.10\text{dB} / 0.340\text{dB/km} = 97.4 \text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 97.4\text{km} / 11.8\text{km} = 8.25$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.240 = 2.400\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 30.70\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 30.70\text{dB} / 0.340\text{dB/km} = 90.30\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 90.30\text{km} / 11.8\text{km} = 7.65 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 8$  tronsoane conectate cu 9 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 2.160\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 30.94\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 30.94\text{dB} / 0.340\text{dB/km} = 91.00\text{km}$ ,  $N = 91.00\text{km} / 11.8\text{km} = 7.71 = 8$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 91.00km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1310 - 1297^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.114\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 114.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.653\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 91.00 \cdot (1.114) \cdot 0.653 \text{ ps} = 66.2\text{ps} = 0.0662\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.40\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.191}\text{Ga}_{0.809}\text{As}_{0.417}\text{P}_{0.583}$ ;  $y = 0.417$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.07 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.71 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.1596 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1159.6\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.827}\text{Al}_{0.173}\text{As}; x = 0.173; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.64 \text{ eV} = 2.62 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7572 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 757.2\text{nm};$$

3. a)  $A = 86.6\text{mW}/3109.6\mu\text{W} = 27.85$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(27.85) = 14.45\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 14.45\text{dB}/56\text{m} = 0.258\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 14.45\text{dB} = 28.90\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 3109.6\mu\text{W}/27.85 = 111.658\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 9.9\text{mW}/27.85 = 355.485\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.31 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 2.42mW, c) 4.70mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Deva**.

$$S = 2 \cdot 37.4\text{cm} \cdot 9.0\text{cm} = 673.20\text{cm}^2 = 0.06732\text{m}^2; P = 4.50\text{W} \cdot 1.1 = 4.95\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 4.95\text{W} / 0.06732\text{m}^2 / 19.4\% = 379.0 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: februarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 39

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.270 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.197 dB; putere emisă minimă 0.570 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.350 μW.

$$P_e = 0.570\text{mW} = -2.44\text{dBm}, S_r = 1.350\mu\text{W} = -28.70\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -2.44\text{dBm} - (-28.70\text{dBm}) = 26.26\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 26.26\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 97.2\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 97.2\text{km}/14.5\text{km} = 6.71$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.197 = 1.576\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 24.68\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 24.68\text{dB} / 0.270\text{dB/km} = 91.41\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 91.41\text{km} / 14.5\text{km} = 6.30 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 91.41km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1304^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.530\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 134.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.767\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 91.41 \cdot (0.530) \cdot 0.767 \text{ ps} = 37.2\text{ps} = 0.0372\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 16.73\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.271}\text{Ga}_{0.729}\text{As}_{0.588}\text{P}_{0.412}$ ;  $y = 0.588$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.97 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.55 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2824 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1282.4\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.754}\text{Al}_{0.246}\text{As}; x = 0.246; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.73 \text{ eV} = 2.77 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7173 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 717.3\text{nm};$$

3. a)  $A = 71.3\text{mW}/258.8\mu\text{W} = 275.50$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(275.50) = 24.40\text{dB}$ ; c)  $A_l = 24.40\text{dB}/80\text{m} = 0.305\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 24.40\text{dB} = 48.80\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 258.8\mu\text{W}/275.50 = 0.939\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 14.8\text{mW}/275.50 = 53.720\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.29 \text{ W/A}$  a) 0.03mW, b) 2.93mW, c) 3.80mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Bacău**.

$$S = 2 \cdot 34.9\text{cm} \cdot 6.6\text{cm} = 460.68\text{cm}^2 = 0.04607\text{m}^2; P = 0.50\text{W} \cdot 1.1 = 0.55\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 0.55\text{W} / 0.04607\text{m}^2 / 18.1\% = 66.0 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: iunie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 40

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.275 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.158 dB; putere emisă minimă 0.275 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.100 μW.

$P_e = 0.275\text{mW} = -5.61\text{dBm}$ ,  $S_r = 1.100\mu\text{W} = -29.59\text{dBm}$ , atenuarea maximă permisă  $A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -5.61\text{dBm} - (-29.59\text{dBm}) = 23.98\text{dB}$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 23.98\text{dB} / 0.275\text{dB/km} = 87.2\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 87.2\text{km}/13.0\text{km} = 6.71$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.158 = 1.264\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 22.72\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 22.72\text{dB} / 0.275\text{dB/km} = 82.60\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 82.60\text{km} / 13.0\text{km} = 6.35 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 82.60km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

Dispersia  $D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1310 - 1299^4/1310^3)$  ps/nm/km = 1.010ps/nm/km;

$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 126.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.721\text{nm}$ ;  $\Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ ;

$\Delta\tau = 82.60 \cdot (1.010) \cdot 0.721\text{ ps} = 60.2\text{ps} = 0.0602\text{ns}$ ;  $V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 10.34\text{Gb/s}$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.320}\text{Ga}_{0.680}\text{As}_{0.691}\text{P}_{0.309}$ ;  $y = 0.691$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.91\text{ eV}$ ;

$E_g = h \cdot c/\lambda$ ,  $E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]$ ;  $c = 299792458\text{ m/s}$ ,  $h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}$ ,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ ,

$E_g = 1.46 \cdot 10^{-19}\text{ J}$ ;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 1.3647 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1364.7\text{nm}$

LED  $\text{Ga}_{0.724}\text{Al}_{0.276}\text{As}$ ;  $x = 0.276$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.77\text{ eV} = 2.83 \cdot 10^{-19}\text{ J}$ ;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 0.7022 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 702.2\text{nm}$ ;

3. a)  $A = 82.8\text{mW}/4447.6\mu\text{W} = 18.62$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(18.62) = 12.70\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 12.70\text{dB}/51\text{m} = 0.249\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 12.70\text{dB} = 25.40\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 4447.6\mu\text{W}/18.62 = 238.903\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 20.4\text{mW}/18.62 = 1095.786\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.27\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 0.00mW, c) 2.49mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Constanța**.

$S = 2 \cdot 39.9\text{cm} \cdot 7.3\text{cm} = 582.54\text{cm}^2 = 0.05825\text{m}^2$ ;  $P = 0.95\text{W} \cdot 1.1 = 1.04\text{W}$ ;

$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.04\text{W} / 0.05825\text{m}^2 / 18.9\% = 94.9\text{ W/m}^2$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: mai.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 41

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.265 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.246 dB; putere emisă minimă 0.235 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.500 μW.

$$P_e = 0.235\text{mW} = -6.29\text{dBm}, S_r = 0.500\mu\text{W} = -33.01\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -6.29\text{dBm} - (-33.01\text{dBm}) = 26.72\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 26.72\text{dB} / 0.265\text{dB/km} = 100.8\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 100.8\text{km} / 14.9\text{km} = 6.77$  deci vor fi 7 tronsoane de fibră conectate cu 8 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 8 \cdot 0.246 = 1.968\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 24.75\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 24.75\text{dB} / 0.265\text{dB/km} = 93.41\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 93.41\text{km} / 14.9\text{km} = 6.27 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 93.41km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1310 - 1301^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.820\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 117.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.673\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 93.41 \cdot (0.820) \cdot 0.673 \text{ ps} = 51.5\text{ps} = 0.0515\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 12.09\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.283}\text{Ga}_{0.717}\text{As}_{0.614}\text{P}_{0.386}$ ;  $y = 0.614$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.95 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.53 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3025 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1302.5\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.809}\text{Al}_{0.191}\text{As}; x = 0.191; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.66 \text{ eV} = 2.66 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7469 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 746.9\text{nm};$$

3. a)  $A = 54.8\text{mW}/227.0\mu\text{W} = 241.41$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(241.41) = 23.83\text{dB}$ ; c)  $A_l = 23.83\text{dB}/66\text{m} = 0.361\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 23.83\text{dB} = 47.66\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 227.0\mu\text{W}/241.41 = 0.940\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 23.0\text{mW}/241.41 = 95.274\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.32 \text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 1.73mW, c) 4.00mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Codlea**.

$$S = 2 \cdot 35.8\text{cm} \cdot 6.3\text{cm} = 451.08\text{cm}^2 = 0.04511\text{m}^2; P = 3.30\text{W} \cdot 1.1 = 3.63\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.63\text{W} / 0.04511\text{m}^2 / 21.7\% = 370.8 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: decembrie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 42

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.265 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.135 dB; putere emisă minimă 0.220 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.650 μW.

$$P_e = 0.220\text{mW} = -6.58\text{dBm}, S_r = 0.650\mu\text{W} = -31.87\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -6.58\text{dBm} - (-31.87\text{dBm}) = 25.30\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 25.30\text{dB} / 0.265\text{dB/km} = 95.5\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 95.5\text{km}/10.3\text{km} = 9.27$  deci vor fi 10 tronsoane de fibră conectate cu 11 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 11 \cdot 0.135 = 1.485\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 23.81\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 23.81\text{dB} / 0.265\text{dB/km} = 89.85\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 89.85\text{km} / 10.3\text{km} = 8.72 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 9$  tronsoane conectate cu 10 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.350\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 23.95\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 23.95\text{dB} / 0.265\text{dB/km} = 90.36\text{km}$ ,  $N = 90.36\text{km} / 10.3\text{km} = 8.77 = 9$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 90.36km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1310 - 1304^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 0.530\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 113.0\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.647\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 90.36 \cdot (0.530) \cdot 0.647 \text{ ps} = 31.0\text{ps} = 0.0310\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 20.07\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.361}\text{Ga}_{0.639}\text{As}_{0.778}\text{P}_{0.222}$ ;  $y = 0.778$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.86\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.38 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.4395 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1439.5\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.803}\text{Al}_{0.197}\text{As}; x = 0.197; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.67\text{ eV} = 2.67 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7436 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 743.6\text{nm};$$

3. a)  $A = 96.9\text{mW}/2202.5\mu\text{W} = 44.00$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(44.00) = 16.43\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 16.43\text{dB}/66\text{m} = 0.249\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 16.43\text{dB} = 32.87\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 2202.5\mu\text{W}/44.00 = 50.062\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 17.1\text{mW}/44.00 = 388.676\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.28\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 1.51mW, c) 4.10mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Brad**.

$$S = 2 \cdot 34.6\text{cm} \cdot 7.5\text{cm} = 519.00\text{cm}^2 = 0.05190\text{m}^2; P = 1.45\text{W} \cdot 1.1 = 1.60\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.60\text{W} / 0.05190\text{m}^2 / 20.0\% = 153.7\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: august.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 43

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.340 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.295 dB; putere emisă minimă 1.415 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 0.800 μW.

$$P_e = 1.415\text{mW} = 1.51\text{dBm}, S_r = 0.800\mu\text{W} = -30.97\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 1.51\text{dBm} - (-30.97\text{dBm}) = 32.48\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 32.48\text{dB} / 0.340\text{dB/km} = 95.5\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 95.5\text{km} / 12.4\text{km} = 7.70$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.295 = 2.655\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 29.82\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 29.82\text{dB} / 0.340\text{dB/km} = 87.71\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 87.71\text{km} / 12.4\text{km} = 7.07 = 8$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 87.71km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1310 - 1292^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.622\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 114.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.655\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 87.71 \cdot (1.622) \cdot 0.655 \text{ ps} = 93.3\text{ps} = 0.0933\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.67\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.305}\text{Ga}_{0.695}\text{As}_{0.660}\text{P}_{0.340}$ ;  $y = 0.660$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.93\text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458\text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34}\text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ C},$$

$$E_g = 1.48 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.3392 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 1339.2\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.747}\text{Al}_{0.253}\text{As}; x = 0.253; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.74\text{ eV} = 2.78 \cdot 10^{-19}\text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.7137 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 713.7\text{nm};$$

3. a)  $A = 65.7\text{mW}/276.9\mu\text{W} = 237.27$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(237.27) = 23.75\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 23.75\text{dB}/91\text{m} = 0.261\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 23.75\text{dB} = 47.50\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 276.9\mu\text{W}/237.27 = 1.167\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 11.9\text{mW}/237.27 = 50.154\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.26\text{ W/A}$  a) 0.00mW, b) 1.14mW, c) 2.30mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Călărași**.

$$S = 2 \cdot 33.3\text{cm} \cdot 9.8\text{cm} = 652.68\text{cm}^2 = 0.06527\text{m}^2; P = 2.95\text{W} \cdot 1.1 = 3.25\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 3.25\text{W} / 0.06527\text{m}^2 / 19.3\% = 257.6\text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: ianuarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 44

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.330 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.257 dB; putere emisă minimă 2.630 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.100 μW.

$$P_e = 2.630\text{mW} = 4.20\text{dBm}, S_r = 1.100\mu\text{W} = -29.59\text{dBm}, \text{atenuarea maximă permisă } A_{\text{tot}} = P_e - S_r = 4.20\text{dBm} - (-29.59\text{dBm}) = 33.79\text{dB}$$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 33.79\text{dB} / 0.330\text{dB/km} = 102.4\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 102.4\text{km} / 11.8\text{km} = 8.68$  deci vor fi 9 tronsoane de fibră conectate cu 10 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 10 \cdot 0.257 = 2.570\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 31.22\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 31.22\text{dB} / 0.330\text{dB/km} = 94.59\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 94.59\text{km} / 11.8\text{km} = 8.02 = 9$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e corectă.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 94.59km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1310 - 1296^4/1310^3) \text{ ps/nm/km} = 1.171\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 109.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm} / 2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.627\text{nm}; \Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda;$$

$$\Delta\tau = 94.59 \cdot (1.171) \cdot 0.627 \text{ ps} = 69.4\text{ps} = 0.0694\text{ns}; V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.96\text{Gb/s}$$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.240}\text{Ga}_{0.760}\text{As}_{0.521}\text{P}_{0.479}$ ;  $y = 0.521$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 1.01 \text{ eV}$ ;

$$E_g = h \cdot c/\lambda, E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]; c = 299792458 \text{ m/s}, h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}, e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$E_g = 1.61 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 1.2323 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1232.3\text{nm}$$

$$\text{LED } \text{Ga}_{0.657}\text{Al}_{0.343}\text{As}; x = 0.343; E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.85 \text{ eV} = 2.96 \cdot 10^{-19} \text{ J}; \lambda = h \cdot c/E_g = 0.6705 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 670.5\text{nm};$$

3. a)  $A = 53.8\text{mW}/1356.3\mu\text{W} = 39.67$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(39.67) = 15.98\text{dB}$ ; c)  $A_l = 15.98\text{dB}/54\text{m} = 0.296\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 15.98\text{dB} = 31.97\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 1356.3\mu\text{W}/39.67 = 34.192\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 10.4\text{mW}/39.67 = 262.184\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.29 \text{ W/A}$  a) 0.29mW, b) 3.19mW, c) 6.09mW, la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Curtea de Arges**.

$$S = 2 \cdot 34.7\text{cm} \cdot 7.5\text{cm} = 520.50\text{cm}^2 = 0.05205\text{m}^2; P = 1.35\text{W} \cdot 1.1 = 1.49\text{W};$$

$$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 1.49\text{W} / 0.05205\text{m}^2 / 20.0\% = 142.7 \text{ W/m}^2$$

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: aprilie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!

## Bilet nr. 45

1. Legătură funcțională se poate realiza în condițiile în care atenuarea (în condițiile cele mai defavorabile) nu este mai mare decât cea permisă. Condițiile cele mai defavorabile: atenuare pe fibră maximă 0.255 dB/km; atenuare pe conector/splice maximă 0.206 dB; putere emisă minimă 0.340 mW; receptorul cu sensibilitate maximă 1.300 μW.

$P_e = 0.340\text{mW} = -4.69\text{dBm}$ ,  $S_r = 1.300\mu\text{W} = -28.86\text{dBm}$ , atenuarea maximă permisă  $A_{\text{tot}} = P_e - S_r = -4.69\text{dBm} - (-28.86\text{dBm}) = 24.18\text{dB}$

Neglijând într-o primă aproximare pierderile pe conectori, lungimea estimate a fibrei:  $L_{\text{est}} = 24.18\text{dB} / 0.255\text{dB/km} = 94.8\text{ km}$ . Putem estima acum numărul de tronsoane:  $N_{\text{est}} = 94.8\text{km}/13.4\text{km} = 7.08$  deci vor fi 8 tronsoane de fibră conectate cu 9 conectori/splice în sistem. Se poate verifica efectul acestor conexiuni, se introduce o atenuare suplimentară  $A_c = 9 \cdot 0.206 = 1.854\text{dB}$ .

Ca urmare valoarea atenuării pe fibră devine  $A_f = A_{\text{tot}} - A_c = 22.32\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 22.32\text{dB} / 0.255\text{dB/km} = 87.53\text{km}$  ceea ce înseamnă  $N = 87.53\text{km} / 13.4\text{km} = 6.53 = 7$  tronsoane. Estimarea inițială a numărului de tronsoane e incorectă. Pentru  $N = 7$  tronsoane conectate cu 8 conectori/splice atenuarea suplimentară  $A_c = 1.648\text{dB}$ , atenuarea pe fibră  $A_f = 22.53\text{dB}$  corespunzător unei lungimi de fibră  $L = 22.53\text{dB} / 0.255\text{dB/km} = 88.34\text{km}$ ,  $N = 88.34\text{km} / 13.4\text{km} = 6.59 = 7$  tronsoane.

Distanța maximă de realizare a legăturii: 88.34km

b) Fibra este monomod, dispersia va cuprinde doar efectul dispersiei cromatice:

Dispersia  $D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1310 - 1291^4/1310^3)$  ps/nm/km = 1.729ps/nm/km;

$\Delta\lambda = \Delta f \cdot \lambda_0^2/c = 102.5\text{GHz} \cdot 1310^2\text{nm}/2.9979 \cdot 10^8\text{m/s} = 0.587\text{nm}$ ;  $\Delta\tau = L \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ ;

$\Delta\tau = 88.34 \cdot (1.729) \cdot 0.587$  ps = 89.6ps = 0.0896ns;  $V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.94\text{Gb/s}$

2. Diodă laser  $\text{In}_{0.383}\text{Ga}_{0.617}\text{As}_{0.825}\text{P}_{0.175}$ ;  $y = 0.825$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2 = 0.84$  eV;

$E_g = h \cdot c/\lambda$ ,  $E_g[\text{eV}] = E_g[\text{J}]/e[\text{C}]$ ;  $c = 299792458$  m/s,  $h = 6.6261 \cdot 10^{-34}$  m<sup>2</sup>kg/s,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$  C,

$E_g = 1.34 \cdot 10^{-19}$  J;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 1.4821 \cdot 10^{-6}$  m = 1482.1nm

LED  $\text{Ga}_{0.790}\text{Al}_{0.210}\text{As}$ ;  $x = 0.210$ ;  $E_g[\text{eV}] = 1.424 + 1.247 \cdot x = 1.69$  eV =  $2.70 \cdot 10^{-19}$  J;  $\lambda = h \cdot c/E_g = 0.7364 \cdot 10^{-6}$  m = 736.4nm;

3. a)  $A = 42.6\text{mW}/133.1\mu\text{W} = 320.06$ ; b)  $A = 10 \cdot \lg(320.06) = 25.05\text{dB}$ ; c)  $A_1 = 25.05\text{dB}/75\text{m} = 0.334\text{dB/m}$ ; d)  $A_{\text{dub}} = 2 \cdot 25.05\text{dB} = 50.10\text{dB}$ ; e)  $P_2' = 133.1\mu\text{W}/320.06 = 0.416\mu\text{W}$ ; f)  $P_2'' = 6.4\text{mW}/320.06 = 19.996\mu\text{W}$

4.  $r = \eta \cdot h \cdot c/\lambda/e = 0.30$  W/A a) 0.00mW, b) 0.54mW, c) 2.40mW, la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

7(5). La această problemă e **esențială** aplicația online de la adresa [din curs](#). Se urmează pașii din exemplu pentru a afla informațiile necesare pentru localitatea **Brăila**.

$S = 2 \cdot 37.8\text{cm} \cdot 8.6\text{cm} = 650.16\text{cm}^2 = 0.06502\text{m}^2$ ;  $P = 4.15\text{W} \cdot 1.1 = 4.57\text{W}$ ;

$E_{\text{min}} = P / S / \eta = 4.57\text{W} / 0.06502\text{m}^2 / 21.5\% = 326.6$  W/m<sup>2</sup>

a) Similar cu răspunsul din exemplu.

b) Similar cu răspunsul din exemplu.

c) Similar cu răspunsul din exemplu.

d) Similar cu răspunsul din exemplu. Luna investigată: februarie.

**Notă:** Se cere în mod expres reprezentarea simplificată a graficelor din care se obțin valorile utilizate!