

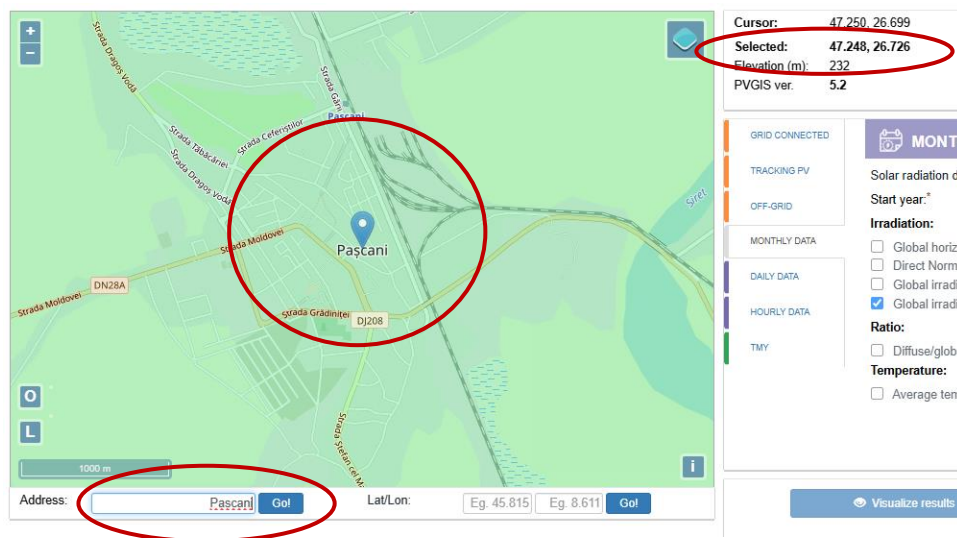
Exemplu Problema nr. 6

6. (5p) Doriți realizarea unui sistem de captare a energiei solare care să utilizeze un număr de panouri identice în localitatea **Pașcani**. Panourile pe care le aveți la dispoziție au dimensiunea **1.25m X 1.60m** și eficiența de **16.9%**. Poziționarea panourilor poate fi făcută spre sud, dar înclinarea față de orizontală este forțată de amplasare la **43°**. Sistemul lucrează off-grid utilizând acumulatori cu tensiunea de 24V, eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor fiind **70%**. Cerințele pentru sistem sunt: alimentarea cu energie a iluminatului nocturn pentru toată perioada de întuneric cu excepția lunilor de iarnă (deci: martie - octombrie) și suplimentar alimentarea unui inverter pentru alimentare de urgență. Iluminatul nocturn funcționează la 24V și consumă un curent de **10.1A**, iar inverterul caracterizat de o eficiență de **82%** trebuie să fie capabil să alimenteze o sarcină de 220V / **1500W** măcar **90** minute. Folosiți informațiile furnizate de EU PVGIS pentru locația menționată și pentru toți anii din baza de date, căutând cazul cel mai defavorabil.

- (0.5p) Indicați poziția geografică corespunzătoare (longitudine/latitudine)
- (1.5p) Estimați energia totală maximă necesară pentru alimentarea celor două sarcini (iluminat/inverter)
- (1p) Calculați capacitatea necesară pentru acumulator(i)
- (2p) Determinați numărul de panouri necesare

a) Se folosește utilitarul "EU Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)", 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 Pașcani, utilizând facilitatea de căutare ca în figura următoare.



Pașcani: 47.248°N, 26.726°E (pentru anumite orașe căutarea oferă o poziție apropiată de orașul țintă, se poziționează manual cursorul pe oraș)

Se notează coordonatele pentru puncte (0.5p)

b) Estimarea energiei necesare pentru sarcini necesită cunoașterea puterii și a timpului. Pentru inverter aceste valori sunt cunoscute din specificații (1500W, 82%, 90 min.). Pentru iluminatul nocturn puterea este cunoscută (24V, 10.1A) dar timpul de funcționare este indicat indirect ("toată perioada de întuneric în lunile martie-octombrie"). Cazul cel mai defavorabil (durată de întuneric maximă) se întâlnește în lunile martie și octombrie.

Se selectează "DAILY DATA", se selectează luna (martie/octombrie), se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance".

Cursor: Selected: 47.248, 26.726
 Elevation (m): 232
 PVGIS ver. 5.2

Use terrain shadows:
 Calculated horizon
 Upload horizon file
[Switch to version 5.1](#)

[CSV](#) [JSON](#)
 Choose File No file chosen

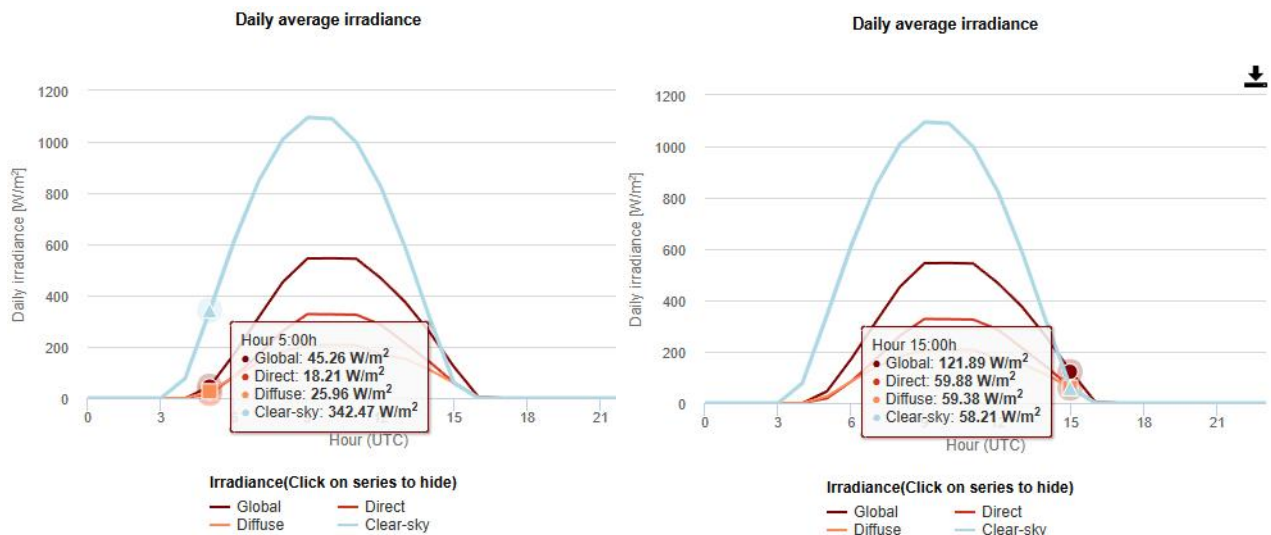
GRID CONNECTED
 TRACKING PV
 OFF-GRID
 MONTHLY DATA
 DAILY DATA
 HOURLY DATA
 TMY

AVERAGE DAILY IRRADIANCE DATA

Solar radiation database* PVGIS-SARAH2
 Month* March
 UTC time
 Local time

On fixed plane:
 Irradiance
 Clear-sky irradiance
 Slope [°] 43
 Azimuth [°]
On sun-tracking plane:
 Irradiance
 Clear-sky irradiance
Temperature:
 Daily temperature profile

[Visualize results](#) [CSV](#) [JSON](#)

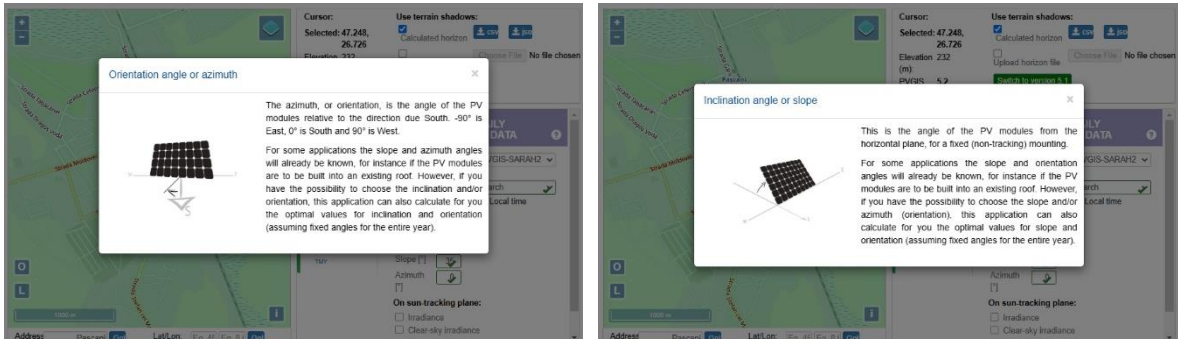


Prin deplasarea cursorului putem detecta momentele de timp la care se obține iluminare diferită de 0 (orele 5 și 15). Cu aproximație putem estima o perioadă de lumină solară de 11 ore (~ jumătate de oră înainte de 5 și după 15: UTC). Pentru luna octombrie se obține același interval orar, cu aproximativ aceleași valori.

Nota 1. Din punct de vedere solar, mijlocul "iernii" (perioada în care soarele se ridică cel mai puțin deasupra orizontului) este în jur de 21 decembrie. O perioadă aproximativ simetrică în jurul acestei date este în lunile noiembrie – februarie.

Nota 2. Alegerea Local time/UTC time e mai puțin importantă în acest caz, ne interesează diferența de timp care se păstrează indiferent de referința aleasă.

Nota 3. Aplicația EU PVGIS oferă definiția unghiurilor Slope și Azimuth (click pe cuvintele respective). "Slope" este termenul utilizat pentru înclinarea față de orizontală (43° în cazul analizat), "Azimuth" reprezintă unghiul de înclinare față de direcția optimă (sud, 0° în cazul analizat)



Ca urmare necesarul de energie pentru funcționarea sarcinilor va fi:

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24V \cdot 10.1A \cdot (24 - 11)h + 1500W / 82\% \cdot 90/60h = 5895.1 \text{ Wh}$$

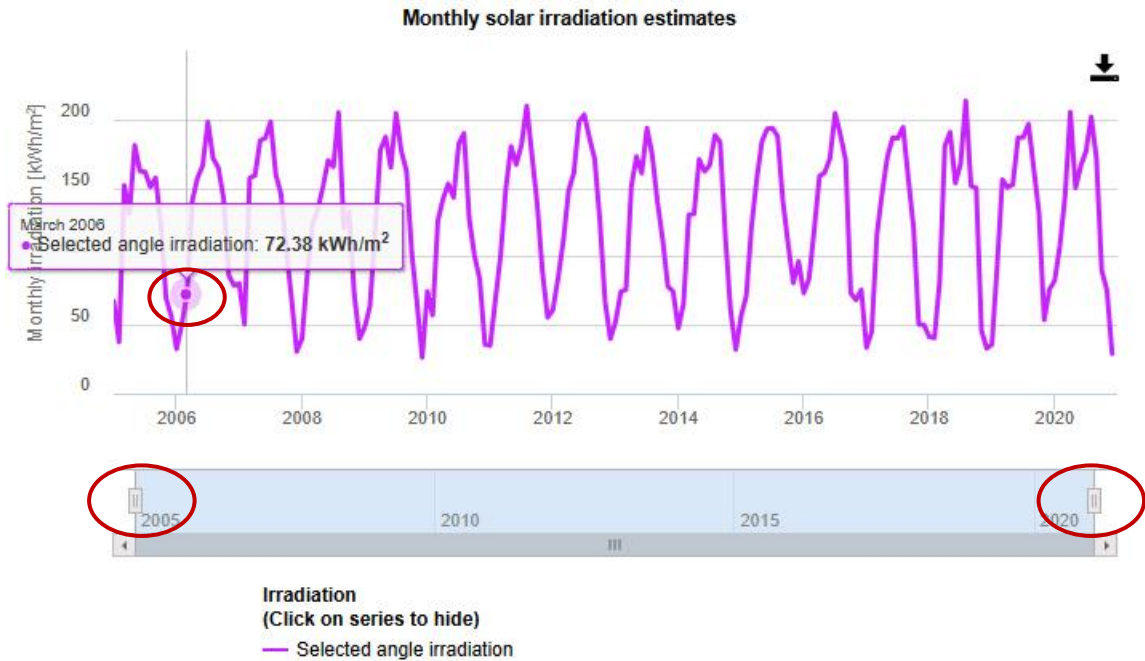
c) Capacitatea acumulatorilor poate fi indicată în [Wh]: valoarea calculată la punctul b). Totuși pentru acumulatori se preferă indicarea tensiunii împreună cu capacitatea de a genera curent la acea tensiune (echivalent cu capacitatea de stocare a energiei) deoarece ambele valori tensiune/capacitate sunt informații necesare. Pentru acumulator se cunoaște tensiunea deci se poate calcula capacitatea (în [Ah] pentru ca U e fixat, $W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$, $W \sim I \cdot t \mid U = \text{ct}$)

Capacitatea necesară: $5895.1 \text{ Wh} / 24V = 245.6 \text{ Ah}$

Nota 4. În practică capacitatea acumulatorului poate fi aleasă mai mare. Calculul făcut reprezintă capacitatea minimă pentru a asigura funcționarea la parametri a sarcinilor în luni cu energie solară disponibilă redusă (martie/octombrie). În luni cu energie solară disponibilă ridicată (iulie/august) sistemul ar putea capta mai multă energie care ar fi irosită dacă se lucrează strict cu capacitatea calculată pentru minim. Capacitate mai mare implică mai multă energie stocată în condiții favorabile ceea ce oferă flexibilitate mai mare (probabil nu la iluminatul nocturn, dar inverterul ar putea funcționa timp mai îndelungat, cu posibilitatea economisirii energiei din alte surse)

d) Ne interesează obținerea suprafeței panourilor care să poată oferi energia necesară (calculată la b)) în lunile cele mai dezavantajoase: martie/octombrie.

Se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:".



Se deplasează cursorul pe grafic pentru a căuta valorile din lunile de interes (martie/octombrie). Din cauza numărului mare de ani operațiunea poate fi complicată dar se poate folosi interfața din partea de jos a graficului pentru a obține un grafic limitat la mai puțini ani.

Ca alternativă se pot descărca datele brute în format csv sau json și se pot prelucra.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mar.	151.75	72.38	157.18	123.72	118.94	126.12	100.98	111.18	75.86	130.29	121.72	119.42	116.17	82.01	156.05	144.4
Oct.	123.55	142.3	105.23	132.44	102.48	100.68	138.59	125.79	112.53	114.77	109.28	73.2	121.31	150.07	131.86	89.86

Cazul cel mai defavorabil s-a obținut în luna martie 2006 cu o energie solară disponibilă de 72.38 kWh/m²/lună, deci zilnic $72.38 / 31 \text{ kWh/m}^2/\underline{\text{zi}} = 2.335 \text{ kWh/m}^2$

Ținem cont de eficiența panoului și de eficiența sistemului de încărcare:

$$E_{\text{acum}} = 2.335 \text{ kWh/m}^2 \cdot 16.9\% \cdot 70\% = 276.2 \text{ Wh/m}^2$$

Pentru a obține energia necesară avem nevoie de o suprafață de minim:

$$S = 5895.1 \text{ Wh} / 276.2 \text{ Wh/m}^2 = 21.34 \text{ m}^2$$

Numărul de panouri: $N > 21.34 \text{ m}^2 / 1.25 \text{ m} / 1.60 \text{ m} = 10.67$ deci vor fi necesare 11 panouri.

Bilet nr. 1

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.5\text{dBm} - (-37.6)\text{dBm} + 27.3\text{dB} - 10\text{dB} = 68.4\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.58\text{dB} = 2.32\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.290\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.040 dB la fiecare $L_t = 2.6\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.290\text{dB/km} + 0.040\text{dB} / 2.6\text{km} = 0.305\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (68.4\text{dB} - 2.32\text{dB}) / 0.305\text{ dB/km} = 216.38\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 216.38 / 2.6 = 83.22$, deci vor fi $N_s = 83$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.040\text{ dB} = 3.320\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (68.4\text{dB} - 2.32\text{dB} - 3.320\text{dB}) / 0.290\text{ dB/km} = 216.41\text{km} \approx 216.38\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1550 - 1532^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.574\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.48\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 216.41 \cdot (1.574) \cdot 0.48 \text{ ps} = 163.5\text{ps} = 0.1635\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.80\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1391\text{nm}, E_g = 1.43 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.893\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.078) = 0$$

$$y = 0.722, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.334, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.334} \text{Ga}_{0.666} \text{As}_{0.722} \text{P}_{0.278}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.20mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(257/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.901\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.8\text{dBm} - (-5.901)\text{dBm}] / 18.9\text{km} = 8.701\text{dB} / 18.9\text{km} = 0.460\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 18.9\text{km} = -14.601\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 18.9\text{km}/2 = -1.550\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.550/10} \text{mW}; P_{rj} = 699.8\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4707^2 - 1.4545^2)} = 0.218; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.483; N = V^2/2 = 28.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.358 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 235.8 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2644.6\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Calafat) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 34° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.9\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 74\% \cdot 100/60\text{h} = 7680.1 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 7680.1 \text{ Wh} / 24\text{V} = 320.0 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 34° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.3% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 81% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 2.20\text{m} = 2.64 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 2

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.8\text{dBm} - (-38.5)\text{dBm} + 25.9\text{dB} - 10\text{dB} = 66.2\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.58\text{dB} = 2.32\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.240\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.054 dB la fiecare $L_t = 2.9\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.240\text{dB/km} + 0.054\text{dB} / 2.9\text{km} = 0.259\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (66.2\text{dB} - 2.32\text{dB}) / 0.259\text{ dB/km} = 247.00\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 247.00 / 2.9 = 85.17$, deci vor fi $N_s = 85$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.054\text{ dB} = 4.590\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (66.2\text{dB} - 2.32\text{dB} - 4.590\text{dB}) / 0.240\text{ dB/km} = 247.04\text{km} \approx 247.00\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1537^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.130\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.27\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 247.04 \cdot (1.130) \cdot 0.27 \text{ ps} = 75.4\text{ps} = 0.0754\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.26\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1416\text{nm}, E_g = 1.40 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.877\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.053) = 0$$

$$y = 0.751, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.348, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.348} \text{Ga}_{0.652} \text{As}_{0.751} \text{P}_{0.249}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.48mW , c) 3.28mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(174/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -7.595\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.0\text{dBm} - (-7.595)\text{dBm}] / 19.1\text{km} = 8.595\text{dB} / 19.1\text{km} = 0.450\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 19.1\text{km} = -16.189\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 19.1\text{km}/2 = -3.297\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-3.297/10} \text{mW}; P_{rj} = 468.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4715^2 - 1.4551^2)} = 0.219; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.964; N = V^2/2 = 24.2$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.984 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 298.4 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2461.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Carei) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 38° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.3\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 72\% \cdot 50/60\text{h} = 4788.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4788.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 199.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 38° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 13.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 69% , suprafața panoului $S = 1.05\text{m} \times 1.70\text{m} = 1.79 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 3

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.0\text{dBm} - (-36.3)\text{dBm} + 27.1\text{dB} - 10\text{dB} = 65.4\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.50\text{dB} = 2.00\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.260\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.041 dB la fiecare $L_t = 2.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.260\text{dB/km} + 0.041\text{dB} / 2.5\text{km} = 0.276\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (65.4\text{dB} - 2.00\text{dB}) / 0.276\text{ dB/km} = 229.38\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 229.38 / 2.5 = 91.75$, deci vor fi $N_s = 91$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.041\text{ dB} = 3.731\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (65.4\text{dB} - 2.00\text{dB} - 3.731\text{dB}) / 0.260\text{ dB/km} = 229.50\text{km} \approx 229.38\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1550 - 1544^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.513\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.58\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 229.50 \cdot (0.513) \cdot 0.58 \text{ ps} = 68.3\text{ps} = 0.0683\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.11\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1356\text{nm}, E_g = 1.46 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.916\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.115) = 0$$

$$y = 0.681, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.315, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.315} \text{Ga}_{0.685} \text{As}_{0.681} \text{P}_{0.319}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.83mW , c) 2.60mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(419/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.778\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.5\text{dBm} - (-3.778)\text{dBm}] / 15.7\text{km} = 6.278\text{dB} / 15.7\text{km} = 0.400\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 15.7\text{km} = -10.056\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 15.7\text{km}/2 = -0.639\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.639/10} \text{mW}; P_{rj} = 863.2\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4712^2 - 1.4586^2)} = 0.192; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.320; N = V^2/2 = 20.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.921 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 192.1 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2233.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Alexandria) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.1\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1400\text{W} / 83\% \cdot 80/60\text{h} = 4776.2 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4776.2 \text{ Wh} / 24\text{V} = 199.0 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.4% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 69% , suprafața panoului $S = 1.40\text{m} \times 2.35\text{m} = 3.29 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 4

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.6\text{dBm} - (-38.9)\text{dBm} + 27.3\text{dB} - 10\text{dB} = 70.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.57\text{dB} = 2.28\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.320\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.043 dB la fiecare $L_t = 2.2\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.320\text{dB/km} + 0.043\text{dB} / 2.2\text{km} = 0.340\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.8\text{dB} - 2.28\text{dB}) / 0.340\text{ dB/km} = 201.80\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 201.80 / 2.2 = 91.73$, deci vor fi $N_s = 91$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.043\text{ dB} = 3.913\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.8\text{dB} - 2.28\text{dB} - 3.913\text{dB}) / 0.320\text{ dB/km} = 201.90\text{km} \approx 201.80\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1534^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.449\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.57\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 201.90 \cdot (1.449) \cdot 0.57 \text{ ps} = 166.8\text{ps} = 0.1668\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.73\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1361\text{nm}, E_g = 1.46 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.912\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.110) = 0$$

$$y = 0.687, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.318, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.318} \text{Ga}_{0.682} \text{As}_{0.687} \text{P}_{0.313}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.30mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(521/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.832\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.2\text{dBm} - (-2.832)\text{dBm}] / 12.6\text{km} = 4.032\text{dB} / 12.6\text{km} = 0.320\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.320\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 12.6\text{km} = -6.863\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.320\text{dB/km} \cdot 12.6\text{km}/2 = -0.816\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.816/10} \text{mW}; P_{rj} = 828.7\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4655^2 - 1.4553^2)} = 0.173; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.104; N = V^2/2 = 13.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.223 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 122.3 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1803.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Craiova) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1200\text{W} / 80\% \cdot 90/60\text{h} = 5307.6 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5307.6 \text{ Wh} / 24\text{V} = 221.2 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.6% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 68% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 2.05\text{m} = 2.25 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 5

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.9\text{dBm} - (-38.8)\text{dBm} + 28.1\text{dB} - 10\text{dB} = 71.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.46\text{dB} = 1.84\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.310\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.043 dB la fiecare $L_t = 2.3\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.310\text{dB/km} + 0.043\text{dB} / 2.3\text{km} = 0.329\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (71.8\text{dB} - 1.84\text{dB}) / 0.329\text{ dB/km} = 212.84\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 212.84 / 2.3 = 92.54$, deci vor fi $N_s = 92$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.043\text{ dB} = 3.956\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (71.8\text{dB} - 1.84\text{dB} - 3.956\text{dB}) / 0.310\text{ dB/km} = 212.92\text{km} \approx 212.84\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1543^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.640\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.34\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 212.92 \cdot (0.640) \cdot 0.34 \text{ ps} = 46.3\text{ps} = 0.0463\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 13.44\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1301\text{nm}, E_g = 1.53 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.954\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.177) = 0$$

$$y = 0.612, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.282, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.282} \text{Ga}_{0.718} \text{As}_{0.612} \text{P}_{0.388}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.46mW , c) 2.70mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(583/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.343\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.9\text{dBm} - (-2.343)\text{dBm}] / 10.6\text{km} = 4.243\text{dB} / 10.6\text{km} = 0.400\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 10.6\text{km} = -6.587\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 10.6\text{km}/2 = -0.222\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.222/10} \text{mW}; P_{rj} = 950.2\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4650^2 - 1.4537^2)} = 0.182; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.511; N = V^2/2 = 21.2$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.409 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 140.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2301.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Cluj Napoca) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 78\% \cdot 80/60\text{h} = 5963.6 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5963.6 \text{ Wh} / 24\text{V} = 248.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 13.2% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 83% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 1.65\text{m} = 1.82 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 6

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.4\text{dBm} - (-43.0)\text{dBm} + 27.0\text{dB} - 10\text{dB} = 73.4\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.51\text{dB} = 2.04\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.260\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.038 dB la fiecare $L_t = 2.7\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.260\text{dB/km} + 0.038\text{dB} / 2.7\text{km} = 0.274\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (73.4\text{dB} - 2.04\text{dB}) / 0.274\text{ dB/km} = 260.37\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 260.37 / 2.7 = 96.43$, deci vor fi $N_s = 96$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.038\text{ dB} = 3.648\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (73.4\text{dB} - 2.04\text{dB} - 3.648\text{dB}) / 0.260\text{ dB/km} = 260.43\text{km} \approx 260.37\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1539^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.958\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.58\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 260.43 \cdot (0.958) \cdot 0.58 \text{ ps} = 144.7\text{ps} = 0.1447\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.30\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1456\text{nm}, E_g = 1.36 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.853\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.014) = 0$$

$$y = 0.796, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.370, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.370}\text{Ga}_{0.630}\text{As}_{0.796}\text{P}_{0.204}$$

3. a) 0.23mW , b) 2.83mW , c) 3.60mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(505/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.967\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.0\text{dBm} - (-2.967)\text{dBm}] / 12.8\text{km} = 3.967\text{dB} / 12.8\text{km} = 0.310\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.310\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 12.8\text{km} = -6.934\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.310\text{dB/km} \cdot 12.8\text{km}/2 = -0.984\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.984/10} \text{mW}; P_{rj} = 797.3\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4624^2 - 1.4528^2)} = 0.167; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.998; N = V^2/2 = 18.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.557 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 155.7 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2119.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Câmpulung) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 35° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.7\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1200\text{W} / 76\% \cdot 100/60\text{h} = 5658.0 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5658.0 \text{ Wh} / 24\text{V} = 235.7 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 35° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.2% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 83% , suprafața panoului $S = 1.05\text{m} \times 2.00\text{m} = 2.10 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 7

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.8\text{dBm} - (-43.8)\text{dBm} + 29.5\text{dB} - 10\text{dB} = 75.1\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.54\text{dB} = 2.16\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.290\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.048 dB la fiecare $L_t = 2.2\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.290\text{dB/km} + 0.048\text{dB} / 2.2\text{km} = 0.312\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (75.1\text{dB} - 2.16\text{dB}) / 0.312\text{ dB/km} = 233.92\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 233.92 / 2.2 = 106.33$, deci vor fi $N_s = 106$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.048\text{ dB} = 5.088\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (75.1\text{dB} - 2.16\text{dB} - 5.088\text{dB}) / 0.290\text{ dB/km} = 233.97\text{km} \approx 233.92\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1550 - 1530^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.707\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.27\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 233.97 \cdot (1.707) \cdot 0.27 \text{ ps} = 107.8\text{ps} = 0.1078\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.77\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1266\text{nm}, E_g = 1.57 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.981\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.219) = 0$$

$$y = 0.566, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.261, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.261} \text{Ga}_{0.739} \text{As}_{0.566} \text{P}_{0.434}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.90mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(252/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.986\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.5\text{dBm} - (-5.986)\text{dBm}] / 17.4\text{km} = 7.486\text{dB} / 17.4\text{km} = 0.430\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.430\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.4\text{km} = -13.472\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.430\text{dB/km} \cdot 17.4\text{km}/2 = -2.243\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-2.243/10} \text{mW}; P_{rj} = 596.6\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4671^2 - 1.4577^2)} = 0.166; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.761; N = V^2/2 = 16.6$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 0.902 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 90.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2036.0\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Câmpina) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 27° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.0\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1300\text{W} / 76\% \cdot 40/60\text{h} = 4572.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4572.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 190.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 27° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 14.4% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 81% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 1.65\text{m} = 1.82 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 8

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.5\text{dBm} - (-44.3)\text{dBm} + 26.3\text{dB} - 10\text{dB} = 72.1\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.40\text{dB} = 1.60\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.345\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.037 dB la fiecare $L_t = 2.3\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.345\text{dB/km} + 0.037\text{dB} / 2.3\text{km} = 0.361\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (72.1\text{dB} - 1.60\text{dB}) / 0.361\text{ dB/km} = 195.24\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 195.24 / 2.3 = 84.89$, deci vor fi $N_s = 84$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.037\text{ dB} = 3.108\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (72.1\text{dB} - 1.60\text{dB} - 3.108\text{dB}) / 0.345\text{ dB/km} = 195.34\text{km} \approx 195.24\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1550 - 1532^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.521\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.55\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 195.34 \cdot (1.521) \cdot 0.55 \text{ ps} = 163.4\text{ps} = 0.1634\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.81\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1286\text{nm}, E_g = 1.54 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.965\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.195) = 0$$

$$y = 0.593, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.273, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.273} \text{Ga}_{0.727} \text{As}_{0.593} \text{P}_{0.407}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.64mW , c) 3.44mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(434/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.625\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.5\text{dBm} - (-3.625)\text{dBm}] / 15.7\text{km} = 6.125\text{dB} / 15.7\text{km} = 0.390\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 15.7\text{km} = -9.750\text{dBm}$$

$$c) P_{rl}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 15.7\text{km}/2 = -0.563\text{dBm}; P_{rl}[\text{W}] = 10^{-0.563/10} \text{mW}; P_{rl} = 878.5\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4646^2 - 1.4563^2)} = 0.156; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.640; N = V^2/2 = 15.9$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.259 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 125.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1993.2\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Botoșani) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.2\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1300\text{W} / 83\% \cdot 80/60\text{h} = 5270.8 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5270.8 \text{ Wh} / 24\text{V} = 219.6 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 12.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 84% , suprafața panoului $S = 1.45\text{m} \times 2.20\text{m} = 3.19 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 9

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.1\text{dBm} - (-36.8)\text{dBm} + 25.4\text{dB} - 10\text{dB} = 65.3\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.47\text{dB} = 1.88\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.320\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.048 dB la fiecare $L_t = 2.7\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.320\text{dB/km} + 0.048\text{dB} / 2.7\text{km} = 0.338\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (65.3\text{dB} - 1.88\text{dB}) / 0.338\text{ dB/km} = 187.76\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 187.76 / 2.7 = 69.54$, deci vor fi $N_s = 69$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.048\text{ dB} = 3.312\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (65.3\text{dB} - 1.88\text{dB} - 3.312\text{dB}) / 0.320\text{ dB/km} = 187.84\text{km} \approx 187.76\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1531^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.642\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.38\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 187.84 \cdot (1.642) \cdot 0.38 \text{ ps} = 117.2\text{ps} = 0.1172\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.31\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1496\text{nm}, E_g = 1.33 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.830\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (0.022) = 0$$

$$y = 0.840, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.390, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.390}\text{Ga}_{0.610}\text{As}_{0.840}\text{P}_{0.160}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.52mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(340/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.685\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.8\text{dBm} - (-4.685)\text{dBm}] / 17.0\text{km} = 7.485\text{dB} / 17.0\text{km} = 0.440\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.440\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.0\text{km} = -12.170\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.440\text{dB/km} \cdot 17.0\text{km}/2 = -0.943\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.943/10} \text{mW}; P_{rj} = 804.9\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4835^2 - 1.4659^2)} = 0.228; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.326; N = V^2/2 = 26.8$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.645 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 264.5 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2589.3\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Brașov) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 39° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.2\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1400\text{W} / 82\% \cdot 40/60\text{h} = 4632.6 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4632.6 \text{ Wh} / 24\text{V} = 193.0 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 39° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.1% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 79% , suprafața panoului $S = 1.35\text{m} \times 1.50\text{m} = 2.03 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 10

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.4\text{dBm} - (-43.9)\text{dBm} + 28.6\text{dB} - 10\text{dB} = 75.9\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.57\text{dB} = 2.28\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.345\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.039 dB la fiecare $L_t = 1.6\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.345\text{dB/km} + 0.039\text{dB} / 1.6\text{km} = 0.369\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (75.9\text{dB} - 2.28\text{dB}) / 0.369\text{ dB/km} = 199.31\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 199.31 / 1.6 = 124.57$, deci vor fi $N_s = 124$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.039\text{ dB} = 4.836\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (75.9\text{dB} - 2.28\text{dB} - 4.836\text{dB}) / 0.345\text{ dB/km} = 199.37\text{km} \approx 199.31\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1550 - 1534^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.465\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.43\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 199.37 \cdot (1.465) \cdot 0.43 \text{ ps} = 125.6\text{ps} = 0.1256\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.95\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1286\text{nm}, E_g = 1.54 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.965\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.195) = 0$$

$$y = 0.593, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.273, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.273} \text{Ga}_{0.727} \text{As}_{0.593} \text{P}_{0.407}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.59mW , c) 3.10mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(414/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.830\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.2\text{dBm} - (-3.830)\text{dBm}] / 12.9\text{km} = 5.030\text{dB} / 12.9\text{km} = 0.390\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 12.9\text{km} = -8.860\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 12.9\text{km}/2 = -1.315\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.315/10} \text{mW}; P_{rj} = 738.8\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4774^2 - 1.4679^2)} = 0.167; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.997; N = V^2/2 = 18.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.723 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 172.3 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2119.5\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Alba Iulia) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 26° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 76\% \cdot 110/60\text{h} = 7640.9 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 7640.9 \text{ Wh} / 24\text{V} = 318.4 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 26° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 79% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 2.20\text{m} = 2.42 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 11

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.8\text{dBm} - (-37.3)\text{dBm} + 26.5\text{dB} - 10\text{dB} = 64.6\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.50\text{dB} = 2.00\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.310\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.035 dB la fiecare $L_t = 2.4\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.310\text{dB/km} + 0.035\text{dB} / 2.4\text{km} = 0.325\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (64.6\text{dB} - 2.00\text{dB}) / 0.325\text{ dB/km} = 192.86\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 192.86 / 2.4 = 80.36$, deci vor fi $N_s = 80$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.035\text{ dB} = 2.800\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (64.6\text{dB} - 2.00\text{dB} - 2.800\text{dB}) / 0.310\text{ dB/km} = 192.90\text{km} \approx 192.86\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1550 - 1543^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.598\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.33\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 192.90 \cdot (0.598) \cdot 0.33 \text{ ps} = 38.1\text{ps} = 0.0381\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 16.35\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1226\text{nm}, E_g = 1.62 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.013\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.270) = 0$$

$$y = 0.512, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.236, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.236}\text{Ga}_{0.764}\text{As}_{0.512}\text{P}_{0.488}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.49mW , c) 3.39mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(197/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -7.055\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.6\text{dBm} - (-7.055)\text{dBm}] / 18.8\text{km} = 8.655\text{dB} / 18.8\text{km} = 0.460\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 18.8\text{km} = -15.711\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 18.8\text{km}/2 = -2.728\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-2.728/10}\text{mW}; P_{rj} = 533.6\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4811^2 - 1.4634^2)} = 0.228; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.835; N = V^2/2 = 23.4$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.999 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 199.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2415.5\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Adjud) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1300\text{W} / 78\% \cdot 40/60\text{h} = 4168.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4168.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 173.7 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.1% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 66% , suprafața panoului $S = 1.00\text{m} \times 2.10\text{m} = 2.10 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 12

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.3\text{dBm} - (-42.2)\text{dBm} + 25.6\text{dB} - 10\text{dB} = 70.1\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.45\text{dB} = 1.80\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.270\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.059 dB la fiecare $L_t = 2.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.270\text{dB/km} + 0.059\text{dB} / 2.5\text{km} = 0.294\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.1\text{dB} - 1.80\text{dB}) / 0.294\text{ dB/km} = 232.63\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 232.63 / 2.5 = 93.05$, deci vor fi $N_s = 93$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.059\text{ dB} = 5.487\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.1\text{dB} - 1.80\text{dB} - 5.487\text{dB}) / 0.270\text{ dB/km} = 232.64\text{km} \approx 232.63\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1537^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.181\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.56\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 232.64 \cdot (1.181) \cdot 0.56 \text{ ps} = 153.9\text{ps} = 0.1539\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.04\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1361\text{nm}, E_g = 1.46 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.912\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.110) = 0$$

$$y = 0.687, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.318, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.318} \text{Ga}_{0.682} \text{As}_{0.687} \text{P}_{0.313}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.32mW , c) 4.32mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(471/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.270\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.7\text{dBm} - (-3.270)\text{dBm}] / 10.8\text{km} = 4.970\text{dB} / 10.8\text{km} = 0.460\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 10.8\text{km} = -8.240\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 10.8\text{km}/2 = -0.785\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.785/10} \text{mW}; P_{rj} = 834.7\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4674^2 - 1.4505^2)} = 0.222; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.469; N = V^2/2 = 27.9$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.362 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 236.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2639.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Arad) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 81\% \cdot 60/60\text{h} = 5780.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5780.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 240.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 13.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 80% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 1.55\text{m} = 1.86 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 13

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.7\text{dBm} - (-43.5)\text{dBm} + 28.8\text{dB} - 10\text{dB} = 75.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.51\text{dB} = 2.04\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.235\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.059 dB la fiecare $L_t = 2.0\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.235\text{dB/km} + 0.059\text{dB} / 2.0\text{km} = 0.265\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (75.0\text{dB} - 2.04\text{dB}) / 0.265\text{ dB/km} = 275.84\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 275.84 / 2.0 = 137.92$, deci vor fi $N_s = 137$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.059\text{ dB} = 8.083\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (75.0\text{dB} - 2.04\text{dB} - 8.083\text{dB}) / 0.235\text{ dB/km} = 276.00\text{km} \approx 275.84\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1533^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.538\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.20\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 276.00 \cdot (1.538) \cdot 0.20 \text{ ps} = 84.9\text{ps} = 0.0849\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.33\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1351\text{nm}, E_g = 1.47 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.919\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.120) = 0$$

$$y = 0.674, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.312, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.312} \text{Ga}_{0.688} \text{As}_{0.674} \text{P}_{0.326}$$

3. a) 0.55mW , b) 3.00mW , c) 3.00mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(372/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.295\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.5\text{dBm} - (-4.295)\text{dBm}] / 15.8\text{km} = 6.795\text{dB} / 15.8\text{km} = 0.430\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.430\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 15.8\text{km} = -11.089\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.430\text{dB/km} \cdot 15.8\text{km}/2 = -0.897\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.897/10} \text{mW}; P_{rj} = 813.3\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4661^2 - 1.4501^2)} = 0.216; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.467; N = V^2/2 = 20.9$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.793 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 179.3 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2285.5\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Codlea) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.4\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1300\text{W} / 83\% \cdot 50/60\text{h} = 4238.0 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4238.0 \text{ Wh} / 24\text{V} = 176.6 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 12.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 72% , suprafața panoului $S = 1.25\text{m} \times 1.65\text{m} = 2.06 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 14

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.3\text{dBm} - (-37.1)\text{dBm} + 29.4\text{dB} - 10\text{dB} = 66.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.50\text{dB} = 2.00\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.300\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.049 dB la fiecare $L_t = 2.0\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.300\text{dB/km} + 0.049\text{dB} / 2.0\text{km} = 0.325\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (66.8\text{dB} - 2.00\text{dB}) / 0.325\text{ dB/km} = 199.69\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 199.69 / 2.0 = 99.85$, deci vor fi $N_s = 99$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.049\text{ dB} = 4.851\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (66.8\text{dB} - 2.00\text{dB} - 4.851\text{dB}) / 0.300\text{ dB/km} = 199.83\text{km} \approx 199.69\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.094/4 \cdot (1550 - 1534^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.481\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.48\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 199.83 \cdot (1.481) \cdot 0.48 \text{ ps} = 142.0\text{ps} = 0.1420\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.38\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1416\text{nm}, E_g = 1.40 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.877\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.053) = 0$$

$$y = 0.751, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.348, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.348} \text{Ga}_{0.652} \text{As}_{0.751} \text{P}_{0.249}$$

3. a) 0.41mW , b) 3.81mW , c) 6.80mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(338/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.711\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.1\text{dBm} - (-4.711)\text{dBm}] / 12.9\text{km} = 5.811\text{dB} / 12.9\text{km} = 0.450\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 12.9\text{km} = -10.522\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 12.9\text{km}/2 = -1.805\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.805/10} \text{mW}; P_{rj} = 659.9\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4741^2 - 1.4583^2)} = 0.215; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.478; N = V^2/2 = 28.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.406 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 240.6 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2643.0\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Bacău) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 26° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.0\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1400\text{W} / 76\% \cdot 40/60\text{h} = 4660.1 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4660.1 \text{ Wh} / 24\text{V} = 194.2 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 26° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 14.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 67% , suprafața panoului $S = 1.05\text{m} \times 2.15\text{m} = 2.26 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 15

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.4\text{dBm} - (-44.1)\text{dBm} + 26.4\text{dB} - 10\text{dB} = 71.9\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.42\text{dB} = 1.68\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.270\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.059 dB la fiecare $L_t = 2.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.270\text{dB/km} + 0.059\text{dB} / 2.5\text{km} = 0.294\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (71.9\text{dB} - 1.68\text{dB}) / 0.294\text{ dB/km} = 239.17\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 239.17 / 2.5 = 95.67$, deci vor fi $N_s = 95$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.059\text{ dB} = 5.605\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (71.9\text{dB} - 1.68\text{dB} - 5.605\text{dB}) / 0.270\text{ dB/km} = 239.31\text{km} \approx 239.17\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1550 - 1536^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.174\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.56\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 239.31 \cdot (1.174) \cdot 0.56 \text{ ps} = 157.3\text{ps} = 0.1573\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.96\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1486\text{nm}, E_g = 1.34 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.835\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (0.013) = 0$$

$$y = 0.829, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.385, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.385} \text{Ga}_{0.615} \text{As}_{0.829} \text{P}_{0.171}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.00mW , c) 4.70mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(261/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.834\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.8\text{dBm} - (-5.834)\text{dBm}] / 19.2\text{km} = 8.634\text{dB} / 19.2\text{km} = 0.450\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 19.2\text{km} = -14.467\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 19.2\text{km}/2 = -1.517\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.517/10} \text{mW}; P_{rj} = 705.2\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4695^2 - 1.4616^2)} = 0.152; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.006; N = V^2/2 = 12.5$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 0.956 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 95.6 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1769.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Caransebeș) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.6\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1600\text{W} / 83\% \cdot 90/60\text{h} = 6510.8 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6510.8 \text{ Wh} / 24\text{V} = 271.3 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 14.3% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 66% , suprafața panoului $S = 1.45\text{m} \times 2.45\text{m} = 3.55 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 16

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.2\text{dBm} - (-36.3)\text{dBm} + 28.3\text{dB} - 10\text{dB} = 65.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.46\text{dB} = 1.84\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.240\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.030 dB la fiecare $L_t = 2.8\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.240\text{dB/km} + 0.030\text{dB} / 2.8\text{km} = 0.251\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (65.8\text{dB} - 1.84\text{dB}) / 0.251\text{ dB/km} = 255.11\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 255.11 / 2.8 = 91.11$, deci vor fi $N_s = 91$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.030\text{ dB} = 2.730\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (65.8\text{dB} - 1.84\text{dB} - 2.730\text{dB}) / 0.240\text{ dB/km} = 255.13\text{km} \approx 255.11\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.091/4 \cdot (1550 - 1535^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.345\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.21\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 255.13 \cdot (1.345) \cdot 0.21 \text{ ps} = 72.1\text{ps} = 0.0721\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.63\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1431\text{nm}, E_g = 1.39 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.868\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.038) = 0$$

$$y = 0.768, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.356, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.356}\text{Ga}_{0.644}\text{As}_{0.768}\text{P}_{0.232}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.23mW , c) 4.03mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(822/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -0.851\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.9\text{dBm} - (-0.851)\text{dBm}] / 12.5\text{km} = 3.751\text{dB} / 12.5\text{km} = 0.300\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.300\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 12.5\text{km} = -4.603\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.300\text{dB/km} \cdot 12.5\text{km}/2 = 1.024\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{1.024/10} \text{mW}; P_{rj} = 1266.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4859^2 - 1.4654^2)} = 0.246; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.364; N = V^2/2 = 27.1$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 3.685 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 368.5 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2602.6\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Bârlad) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 42° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.5\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1400\text{W} / 77\% \cdot 80/60\text{h} = 5700.2 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5700.2 \text{ Wh} / 24\text{V} = 237.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 42° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 12.7% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 74% , suprafața panoului $S = 1.40\text{m} \times 2.15\text{m} = 3.01 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 17

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.8\text{dBm} - (-39.4)\text{dBm} + 29.8\text{dB} - 10\text{dB} = 71.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.40\text{dB} = 1.60\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.230\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.059 dB la fiecare $L_t = 1.8\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.230\text{dB/km} + 0.059\text{dB} / 1.8\text{km} = 0.263\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (71.0\text{dB} - 1.60\text{dB}) / 0.263\text{ dB/km} = 264.10\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 264.10 / 1.8 = 146.72$, deci vor fi $N_s = 146$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.059\text{ dB} = 8.614\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (71.0\text{dB} - 1.60\text{dB} - 8.614\text{dB}) / 0.230\text{ dB/km} = 264.29\text{km} \approx 264.10\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1536^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.215\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.42\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 264.29 \cdot (1.215) \cdot 0.42 \text{ ps} = 134.9\text{ps} = 0.1349\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.61\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1321\text{nm}, E_g = 1.50 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.940\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.154) = 0$$

$$y = 0.637, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.294, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.294} \text{Ga}_{0.706} \text{As}_{0.637} \text{P}_{0.363}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.50mW , c) 5.50mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(518/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.857\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.0\text{dBm} - (-2.857)\text{dBm}] / 16.2\text{km} = 4.857\text{dB} / 16.2\text{km} = 0.300\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.300\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 16.2\text{km} = -7.713\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.300\text{dB/km} \cdot 16.2\text{km}/2 = -0.428\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.428/10} \text{mW}; P_{rj} = 906.1\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4770^2 - 1.4682^2)} = 0.161; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.177; N = V^2/2 = 13.4$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.149 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 114.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1829.6\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Dorohoi) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.5\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 72\% \cdot 90/60\text{h} = 6610.3 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6610.3 \text{ Wh} / 24\text{V} = 275.4 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 84% , suprafața panoului $S = 1.00\text{m} \times 1.50\text{m} = 1.50 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 18

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.6\text{dBm} - (-36.2)\text{dBm} + 25.2\text{dB} - 10\text{dB} = 64.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.56\text{dB} = 2.24\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.305\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.037 dB la fiecare $L_t = 2.3\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.305\text{dB/km} + 0.037\text{dB} / 2.3\text{km} = 0.321\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (64.0\text{dB} - 2.24\text{dB}) / 0.321\text{ dB/km} = 192.35\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 192.35 / 2.3 = 83.63$, deci vor fi $N_s = 83$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.037\text{ dB} = 3.071\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (64.0\text{dB} - 2.24\text{dB} - 3.071\text{dB}) / 0.305\text{ dB/km} = 192.42\text{km} \approx 192.35\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.094/4 \cdot (1550 - 1535^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.390\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.21\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 192.42 \cdot (1.390) \cdot 0.21 \text{ ps} = 56.2\text{ps} = 0.0562\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 11.08\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1306\text{nm}, E_g = 1.52 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.951\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.171) = 0$$

$$y = 0.618, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.285, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.285}\text{Ga}_{0.715}\text{As}_{0.618}\text{P}_{0.382}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.46mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(611/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.140\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.7\text{dBm} - (-2.140)\text{dBm}] / 11.0\text{km} = 4.840\text{dB} / 11.0\text{km} = 0.440\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.440\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 11.0\text{km} = -6.979\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.440\text{dB/km} \cdot 11.0\text{km}/2 = 0.280\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{0.280/10} \text{mW}; P_{rj} = 1066.6\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4806^2 - 1.4699^2)} = 0.178; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.501; N = V^2/2 = 21.1$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.622 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 162.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2297.8\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Deva) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.0\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1400\text{W} / 71\% \cdot 90/60\text{h} = 6077.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6077.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 253.2 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.2% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 66% , suprafața panoului $S = 1.40\text{m} \times 1.80\text{m} = 2.52 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 19

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.1\text{dBm} - (-35.4)\text{dBm} + 25.3\text{dB} - 10\text{dB} = 63.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.50\text{dB} = 2.00\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.280\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.049 dB la fiecare $L_t = 1.6\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.280\text{dB/km} + 0.049\text{dB} / 1.6\text{km} = 0.311\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (63.8\text{dB} - 2.00\text{dB}) / 0.311\text{ dB/km} = 198.95\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 198.95 / 1.6 = 124.35$, deci vor fi $N_s = 124$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.049\text{ dB} = 6.076\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (63.8\text{dB} - 2.00\text{dB} - 6.076\text{dB}) / 0.280\text{ dB/km} = 199.01\text{km} \approx 198.95\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1541^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.821\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.45\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 199.01 \cdot (0.821) \cdot 0.45 \text{ ps} = 73.5\text{ps} = 0.0735\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.46\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1406\text{nm}, E_g = 1.41 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.883\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.063) = 0$$

$$y = 0.740, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.343, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.343} \text{Ga}_{0.657} \text{As}_{0.740} \text{P}_{0.260}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.17mW , c) 3.47mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(589/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.299\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.3\text{dBm} - (-2.299)\text{dBm}] / 11.5\text{km} = 4.599\text{dB} / 11.5\text{km} = 0.400\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 11.5\text{km} = -6.898\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 11.5\text{km}/2 = 0.001\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{0.001/10} \text{mW}; P_{rj} = 1000.1\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4772^2 - 1.4612^2)} = 0.217; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.213; N = V^2/2 = 26.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.298 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 229.8 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2549.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Băilești) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 39° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.9\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1300\text{W} / 72\% \cdot 50/60\text{h} = 4905.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4905.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 204.4 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 39° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 12.6% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 72% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 1.75\text{m} = 2.10 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 20

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.3\text{dBm} - (-40.7)\text{dBm} + 25.1\text{dB} - 10\text{dB} = 67.1\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.49\text{dB} = 1.96\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.290\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.039 dB la fiecare $L_t = 2.8\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.290\text{dB/km} + 0.039\text{dB} / 2.8\text{km} = 0.304\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (67.1\text{dB} - 1.96\text{dB}) / 0.304\text{ dB/km} = 214.33\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 214.33 / 2.8 = 76.55$, deci vor fi $N_s = 76$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.039\text{ dB} = 2.964\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (67.1\text{dB} - 1.96\text{dB} - 2.964\text{dB}) / 0.290\text{ dB/km} = 214.40\text{km} \approx 214.33\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1533^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.472\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.29\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 214.40 \cdot (1.472) \cdot 0.29 \text{ ps} = 91.5\text{ps} = 0.0915\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.80\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1461\text{nm}, E_g = 1.36 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.850\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.010) = 0$$

$$y = 0.802, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.372, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.372} \text{Ga}_{0.628} \text{As}_{0.802} \text{P}_{0.198}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.82mW , c) 4.50mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(358/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.461\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.4\text{dBm} - (-4.461)\text{dBm}] / 12.2\text{km} = 5.861\text{dB} / 12.2\text{km} = 0.480\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 12.2\text{km} = -10.322\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 12.2\text{km}/2 = -1.531\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.531/10} \text{mW}; P_{rj} = 703.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4597^2 - 1.4500^2)} = 0.168; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.526; N = V^2/2 = 15.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.108 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 110.8 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1953.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (București) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.0\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1100\text{W} / 73\% \cdot 100/60\text{h} = 5319.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5319.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 221.6 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.6% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 71% , suprafața panoului $S = 1.30\text{m} \times 1.80\text{m} = 2.34 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 21

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.0\text{dBm} - (-36.3)\text{dBm} + 25.5\text{dB} - 10\text{dB} = 64.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.44\text{dB} = 1.76\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.320\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.036 dB la fiecare $L_t = 1.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.320\text{dB/km} + 0.036\text{dB} / 1.5\text{km} = 0.344\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (64.8\text{dB} - 1.76\text{dB}) / 0.344\text{ dB/km} = 183.26\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 183.26 / 1.5 = 122.17$, deci vor fi $N_s = 122$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.036\text{ dB} = 4.392\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (64.8\text{dB} - 1.76\text{dB} - 4.392\text{dB}) / 0.320\text{ dB/km} = 183.28\text{km} \approx 183.26\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1550 - 1534^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.402\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.34\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 183.28 \cdot (1.402) \cdot 0.34 \text{ ps} = 87.4\text{ps} = 0.0874\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.12\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1366\text{nm}, E_g = 1.45 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.909\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.104) = 0$$

$$y = 0.693, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.320, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.320}\text{Ga}_{0.680}\text{As}_{0.693}\text{P}_{0.307}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.85mW , c) 5.15mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(885/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -0.531\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.9\text{dBm} - (-0.531)\text{dBm}] / 10.4\text{km} = 3.431\text{dB} / 10.4\text{km} = 0.330\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.330\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 10.4\text{km} = -3.961\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.330\text{dB/km} \cdot 10.4\text{km}/2 = 1.185\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{1.185/10} \text{mW}; P_{rj} = 1313.6\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4838^2 - 1.4669^2)} = 0.223; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.923; N = V^2/2 = 31.4$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.812 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 181.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2800.3\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Dej) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1800\text{W} / 83\% \cdot 70/60\text{h} = 6211.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6211.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 258.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 17.4% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 70% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 1.65\text{m} = 1.98 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 22

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.9\text{dBm} - (-42.1)\text{dBm} + 27.1\text{dB} - 10\text{dB} = 70.1\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.48\text{dB} = 1.92\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.295\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.037 dB la fiecare $L_t = 2.4\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.295\text{dB/km} + 0.037\text{dB} / 2.4\text{km} = 0.310\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.1\text{dB} - 1.92\text{dB}) / 0.310\text{ dB/km} = 219.64\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 219.64 / 2.4 = 91.52$, deci vor fi $N_s = 91$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.037\text{ dB} = 3.367\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.1\text{dB} - 1.92\text{dB} - 3.367\text{dB}) / 0.295\text{ dB/km} = 219.71\text{km} \approx 219.64\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1532^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.557\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.40\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 219.71 \cdot (1.557) \cdot 0.40 \text{ ps} = 136.8\text{ps} = 0.1368\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.55\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1311\text{nm}, E_g = 1.52 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.947\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.165) = 0$$

$$y = 0.625, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.288, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.288} \text{Ga}_{0.712} \text{As}_{0.625} \text{P}_{0.375}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.99mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(345/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.622\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.6\text{dBm} - (-4.622)\text{dBm}] / 17.6\text{km} = 7.222\text{dB} / 17.6\text{km} = 0.410\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.410\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.6\text{km} = -11.844\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.410\text{dB/km} \cdot 17.6\text{km}/2 = -1.011\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.011/10} \text{mW}; P_{rj} = 792.3\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4712^2 - 1.4631^2)} = 0.154; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.299; N = V^2/2 = 14.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.283 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 128.3 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1872.9\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Constanța) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.5\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1500\text{W} / 73\% \cdot 50/60\text{h} = 4364.3 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4364.3 \text{ Wh} / 24\text{V} = 181.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.9% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 72% , suprafața panoului $S = 1.45\text{m} \times 2.00\text{m} = 2.90 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 23

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.2\text{dBm} - (-43.7)\text{dBm} + 28.1\text{dB} - 10\text{dB} = 72.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.42\text{dB} = 1.68\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.235\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.031 dB la fiecare $L_t = 1.7\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.235\text{dB/km} + 0.031\text{dB} / 1.7\text{km} = 0.253\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (72.0\text{dB} - 1.68\text{dB}) / 0.253\text{ dB/km} = 277.69\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 277.69 / 1.7 = 163.34$, deci vor fi $N_s = 163$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.031\text{ dB} = 5.053\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (72.0\text{dB} - 1.68\text{dB} - 5.053\text{dB}) / 0.235\text{ dB/km} = 277.73\text{km} \approx 277.69\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1550 - 1538^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.008\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.59\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 277.73 \cdot (1.008) \cdot 0.59 \text{ ps} = 165.2\text{ps} = 0.1652\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.77\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1276\text{nm}, E_g = 1.56 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.973\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.207) = 0$$

$$y = 0.580, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.267, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.267} \text{Ga}_{0.733} \text{As}_{0.580} \text{P}_{0.420}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.35mW , c) 5.75mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(352/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.535\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.8\text{dBm} - (-4.535)\text{dBm}] / 15.6\text{km} = 7.335\text{dB} / 15.6\text{km} = 0.470\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.470\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 15.6\text{km} = -11.869\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.470\text{dB/km} \cdot 15.6\text{km}/2 = -0.867\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.867/10} \text{mW}; P_{rj} = 819.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4728^2 - 1.4526^2)} = 0.243; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.637; N = V^2/2 = 29.2$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 3.651 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 365.1 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2699.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Baia Mare) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.9\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1200\text{W} / 73\% \cdot 50/60\text{h} = 5082.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5082.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 211.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 72% , suprafața panoului $S = 1.35\text{m} \times 1.85\text{m} = 2.50 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 24

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.2\text{dBm} - (-38.1)\text{dBm} + 26.7\text{dB} - 10\text{dB} = 69.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.40\text{dB} = 1.60\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.240\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.035 dB la fiecare $L_t = 2.4\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.240\text{dB/km} + 0.035\text{dB} / 2.4\text{km} = 0.255\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (69.0\text{dB} - 1.60\text{dB}) / 0.255\text{ dB/km} = 264.75\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 264.75 / 2.4 = 110.31$, deci vor fi $N_s = 110$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.035\text{ dB} = 3.850\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (69.0\text{dB} - 1.60\text{dB} - 3.850\text{dB}) / 0.240\text{ dB/km} = 264.79\text{km} \approx 264.75\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1550 - 1541^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.776\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.56\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 264.79 \cdot (0.776) \cdot 0.56 \text{ ps} = 115.1\text{ps} = 0.1151\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.41\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1201\text{nm}, E_g = 1.65 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.034\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.304) = 0$$

$$y = 0.477, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.219, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.219} \text{Ga}_{0.781} \text{As}_{0.477} \text{P}_{0.523}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.60mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(269/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.702\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.3\text{dBm} - (-5.702)\text{dBm}] / 17.4\text{km} = 8.002\text{dB} / 17.4\text{km} = 0.460\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.4\text{km} = -13.705\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 17.4\text{km}/2 = -1.701\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.701/10} \text{mW}; P_{rj} = 675.9\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4609^2 - 1.4510^2)} = 0.170; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.334; N = V^2/2 = 14.2$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.435 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 143.5 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1885.2\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Brăila) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.5\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 83\% \cdot 50/60\text{h} = 4982.8 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4982.8 \text{ Wh} / 24\text{V} = 207.6 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.3% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 83% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 2.00\text{m} = 2.20 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 25

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.9\text{dBm} - (-36.8)\text{dB} + 28.8\text{dB} - 10\text{dB} = 70.5\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.56\text{dB} = 2.24\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.285\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.048 dB la fiecare $L_t = 1.7\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.285\text{dB/km} + 0.048\text{dB} / 1.7\text{km} = 0.313\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.5\text{dB} - 2.24\text{dB}) / 0.313\text{ dB/km} = 217.92\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 217.92 / 1.7 = 128.19$, deci vor fi $N_s = 128$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.048\text{ dB} = 6.144\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.5\text{dB} - 2.24\text{dB} - 6.144\text{dB}) / 0.285\text{ dB/km} = 217.95\text{km} \approx 217.92\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1550 - 1535^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.375\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.28\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 217.95 \cdot (1.375) \cdot 0.28 \text{ ps} = 83.9\text{ps} = 0.0839\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.42\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1421\text{nm}, E_g = 1.40 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.874\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.048) = 0$$

$$y = 0.757, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.351, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.351} \text{Ga}_{0.649} \text{As}_{0.757} \text{P}_{0.243}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 3.07mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(461/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.363\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.4\text{dBm} - (-3.363)\text{dBm}] / 13.4\text{km} = 5.763\text{dB} / 13.4\text{km} = 0.430\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.430\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 13.4\text{km} = -9.126\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.430\text{dB/km} \cdot 13.4\text{km}/2 = -0.481\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.481/10} \text{mW}; P_{rj} = 895.1\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4729^2 - 1.4607^2)} = 0.189; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.643; N = V^2/2 = 22.1$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.638 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 163.8 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2347.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Bistrița) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.4\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 74\% \cdot 40/60\text{h} = 4464.3 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4464.3 \text{ Wh} / 24\text{V} = 186.0 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 12.6% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 66% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 1.60\text{m} = 1.76 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 26

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.3\text{dBm} - (-43.2)\text{dBm} + 27.0\text{dB} - 10\text{dB} = 72.5\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.49\text{dB} = 1.96\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.335\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.030 dB la fiecare $L_t = 1.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.335\text{dB/km} + 0.030\text{dB} / 1.5\text{km} = 0.355\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (72.5\text{dB} - 1.96\text{dB}) / 0.355\text{ dB/km} = 198.70\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 198.70 / 1.5 = 132.47$, deci vor fi $N_s = 132$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.030\text{ dB} = 3.960\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (72.5\text{dB} - 1.96\text{dB} - 3.960\text{dB}) / 0.335\text{ dB/km} = 198.75\text{km} \approx 198.70\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1542^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.730\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.41\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 198.75 \cdot (0.730) \cdot 0.41 \text{ ps} = 59.5\text{ps} = 0.0595\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 10.46\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1296\text{nm}, E_g = 1.53 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.958\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.183) = 0$$

$$y = 0.606, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.279, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.279} \text{Ga}_{0.721} \text{As}_{0.606} \text{P}_{0.394}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.64mW , c) 4.40mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(321/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.935\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.7\text{dBm} - (-4.935)\text{dBm}] / 19.1\text{km} = 7.635\text{dB} / 19.1\text{km} = 0.400\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 19.1\text{km} = -12.570\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 19.1\text{km}/2 = -1.117\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.117/10} \text{mW}; P_{rj} = 773.1\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4671^2 - 1.4558^2)} = 0.182; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.575; N = V^2/2 = 15.5$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.604 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 160.4 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1970.4\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Beiuș) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 38° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.4\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 82\% \cdot 80/60\text{h} = 6009.0 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6009.0 \text{ Wh} / 24\text{V} = 250.4 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 38° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 70% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 1.50\text{m} = 1.65 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 27

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.5\text{dBm} - (-41.8)\text{dBm} + 25.2\text{dB} - 10\text{dB} = 70.5\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.59\text{dB} = 2.36\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.250\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.034 dB la fiecare $L_t = 2.4\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.250\text{dB/km} + 0.034\text{dB} / 2.4\text{km} = 0.264\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.5\text{dB} - 2.36\text{dB}) / 0.264\text{ dB/km} = 257.94\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 257.94 / 2.4 = 107.48$, deci vor fi $N_s = 107$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.034\text{ dB} = 3.638\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.5\text{dB} - 2.36\text{dB} - 3.638\text{dB}) / 0.250\text{ dB/km} = 258.01\text{km} \approx 257.94\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1531^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.716\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.39\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 258.01 \cdot (1.716) \cdot 0.39 \text{ ps} = 172.7\text{ps} = 0.1727\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.60\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1321\text{nm}, E_g = 1.50 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.940\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.154) = 0$$

$$y = 0.637, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.294, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.294} \text{Ga}_{0.706} \text{As}_{0.637} \text{P}_{0.363}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.99mW , c) 4.20mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(702/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -1.537\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.0\text{dBm} - (-1.537)\text{dBm}] / 10.4\text{km} = 3.537\text{dB} / 10.4\text{km} = 0.340\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.340\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 10.4\text{km} = -5.073\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.340\text{dB/km} \cdot 10.4\text{km}/2 = 0.232\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{0.232/10} \text{mW}; P_{rj} = 1054.8\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4587^2 - 1.4502^2)} = 0.157; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.347; N = V^2/2 = 14.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.510 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 151.0 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1889.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Călărași) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 34° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.3\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 78\% \cdot 50/60\text{h} = 5243.5 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5243.5 \text{ Wh} / 24\text{V} = 218.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 34° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.5% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 77% , suprafața panoului $S = 1.00\text{m} \times 1.95\text{m} = 1.95 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 28

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.1\text{dBm} - (-43.7)\text{dBm} + 25.9\text{dB} - 10\text{dB} = 69.7\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.52\text{dB} = 2.08\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.255\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.054 dB la fiecare $L_t = 1.8\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.255\text{dB/km} + 0.054\text{dB} / 1.8\text{km} = 0.285\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (69.7\text{dB} - 2.08\text{dB}) / 0.285\text{ dB/km} = 237.26\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 237.26 / 1.8 = 131.81$, deci vor fi $N_s = 131$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.054\text{ dB} = 7.074\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (69.7\text{dB} - 2.08\text{dB} - 7.074\text{dB}) / 0.255\text{ dB/km} = 237.44\text{km} \approx 237.26\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.094/4 \cdot (1550 - 1537^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.207\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.58\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 237.44 \cdot (1.207) \cdot 0.58 \text{ ps} = 166.2\text{ps} = 0.1662\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.74\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1381\text{nm}, E_g = 1.44 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.899\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.088) = 0$$

$$y = 0.711, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.329, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.329} \text{Ga}_{0.671} \text{As}_{0.711} \text{P}_{0.289}$$

3. a) 0.48mW , b) 3.88mW , c) 7.28mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(278/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.560\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.9\text{dBm} - (-5.560)\text{dBm}] / 18.0\text{km} = 8.460\text{dB} / 18.0\text{km} = 0.470\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.470\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 18.0\text{km} = -14.019\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.470\text{dB/km} \cdot 18.0\text{km}/2 = -1.330\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.330/10} \text{mW}; P_{rj} = 736.2\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4645^2 - 1.4541^2)} = 0.174; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.795; N = V^2/2 = 16.8$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.557 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 155.7 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2048.2\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Brad) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 38° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1200\text{W} / 77\% \cdot 80/60\text{h} = 5135.5 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5135.5 \text{ Wh} / 24\text{V} = 214.0 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 38° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.5% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 69% , suprafața panoului $S = 1.25\text{m} \times 2.00\text{m} = 2.50 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 29

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.7\text{dBm} - (-41.1)\text{dBm} + 26.6\text{dB} - 10\text{dB} = 70.4\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.54\text{dB} = 2.16\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.325\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.047 dB la fiecare $L_t = 2.2\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.325\text{dB/km} + 0.047\text{dB} / 2.2\text{km} = 0.346\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.4\text{dB} - 2.16\text{dB}) / 0.346\text{ dB/km} = 197.02\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 197.02 / 2.2 = 89.55$, deci vor fi $N_s = 89$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.047\text{ dB} = 4.183\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.4\text{dB} - 2.16\text{dB} - 4.183\text{dB}) / 0.325\text{ dB/km} = 197.10\text{km} \approx 197.02\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1550 - 1530^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.667\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.25\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 197.10 \cdot (1.667) \cdot 0.25 \text{ ps} = 82.2\text{ps} = 0.0822\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.57\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1406\text{nm}, E_g = 1.41 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.883\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.063) = 0$$

$$y = 0.740, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.343, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.343} \text{Ga}_{0.657} \text{As}_{0.740} \text{P}_{0.260}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.66mW , c) 4.50mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(511/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.916\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.4\text{dBm} - (-2.916)\text{dBm}] / 16.6\text{km} = 5.316\text{dB} / 16.6\text{km} = 0.320\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.320\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 16.6\text{km} = -8.232\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.320\text{dB/km} \cdot 16.6\text{km}/2 = -0.258\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.258/10} \text{mW}; P_{rj} = 942.3\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4655^2 - 1.4561^2)} = 0.166; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.880; N = V^2/2 = 17.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.606 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 160.6 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2078.2\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Buzău) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 33° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 71\% \cdot 70/60\text{h} = 6491.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6491.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 270.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 33° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 13.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 75% , suprafața panoului $S = 1.45\text{m} \times 2.25\text{m} = 3.26 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 30

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.3\text{dBm} - (-44.6)\text{dBm} + 28.3\text{dB} - 10\text{dB} = 77.2\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.53\text{dB} = 2.12\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.270\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.046 dB la fiecare $L_t = 2.0\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.270\text{dB/km} + 0.046\text{dB} / 2.0\text{km} = 0.293\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (77.2\text{dB} - 2.12\text{dB}) / 0.293\text{ dB/km} = 256.25\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 256.25 / 2.0 = 128.12$, deci vor fi $N_s = 128$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.046\text{ dB} = 5.888\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (77.2\text{dB} - 2.12\text{dB} - 5.888\text{dB}) / 0.270\text{ dB/km} = 256.27\text{km} \approx 256.25\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1550 - 1531^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.604\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.38\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 256.27 \cdot (1.604) \cdot 0.38 \text{ ps} = 156.2\text{ps} = 0.1562\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.98\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1306\text{nm}, E_g = 1.52 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.951\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.171) = 0$$

$$y = 0.618, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.285, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.285}\text{Ga}_{0.715}\text{As}_{0.618}\text{P}_{0.382}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.27mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(227/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -6.440\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.7\text{dBm} - (-6.440)\text{dBm}] / 17.3\text{km} = 8.140\text{dB} / 17.3\text{km} = 0.471\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.471\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.3\text{km} = -14.579\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.471\text{dB/km} \cdot 17.3\text{km}/2 = -2.370\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-2.370/10} \text{mW}; P_{rj} = 579.4\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4618^2 - 1.4540^2)} = 0.151; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 4.738; N = V^2/2 = 11.2$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.161 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 116.1 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1674.5\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Caracal) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 40° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.6\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1500\text{W} / 82\% \cdot 80/60\text{h} = 6058.2 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6058.2 \text{ Wh} / 24\text{V} = 252.4 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 40° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 14.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 66% , suprafața panoului $S = 1.05\text{m} \times 1.70\text{m} = 1.79 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 31

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.3\text{dBm} - (-35.4)\text{dBm} + 26.5\text{dB} - 10\text{dB} = 62.2\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.49\text{dB} = 1.96\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.320\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.030 dB la fiecare $L_t = 1.9\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.320\text{dB/km} + 0.030\text{dB} / 1.9\text{km} = 0.336\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (62.2\text{dB} - 1.96\text{dB}) / 0.336\text{ dB/km} = 179.40\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 179.40 / 1.9 = 94.42$, deci vor fi $N_s = 94$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.030\text{ dB} = 2.820\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (62.2\text{dB} - 1.96\text{dB} - 2.820\text{dB}) / 0.320\text{ dB/km} = 179.44\text{km} \approx 179.40\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.094/4 \cdot (1550 - 1541^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.839\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.37\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 179.44 \cdot (0.839) \cdot 0.37 \text{ ps} = 55.7\text{ps} = 0.0557\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 11.18\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1326\text{nm}, E_g = 1.50 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.936\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.148) = 0$$

$$y = 0.644, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.297, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.297} \text{Ga}_{0.703} \text{As}_{0.644} \text{P}_{0.356}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.76mW , c) 2.40mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(386/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.134\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.2\text{dBm} - (-4.134)\text{dBm}] / 13.2\text{km} = 6.334\text{dB} / 13.2\text{km} = 0.480\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 13.2\text{km} = -10.468\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 13.2\text{km}/2 = -0.967\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.967/10} \text{mW}; P_{rj} = 800.4\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4658^2 - 1.4517^2)} = 0.203; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.972; N = V^2/2 = 24.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.432 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 243.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2464.0\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Blaj) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 44° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.6\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1600\text{W} / 71\% \cdot 110/60\text{h} = 7750.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 7750.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 322.9 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 44° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 14.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 69% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 2.15\text{m} = 2.37 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 32

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.4\text{dBm} - (-35.2)\text{dBm} + 28.7\text{dB} - 10\text{dB} = 67.3\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.50\text{dB} = 2.00\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.220\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.055 dB la fiecare $L_t = 1.8\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.220\text{dB/km} + 0.055\text{dB} / 1.8\text{km} = 0.251\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (67.3\text{dB} - 2.00\text{dB}) / 0.251\text{ dB/km} = 260.62\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 260.62 / 1.8 = 144.79$, deci vor fi $N_s = 144$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.055\text{ dB} = 7.920\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (67.3\text{dB} - 2.00\text{dB} - 7.920\text{dB}) / 0.220\text{ dB/km} = 260.82\text{km} \approx 260.62\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1550 - 1532^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.504\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.33\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 260.82 \cdot (1.504) \cdot 0.33 \text{ ps} = 129.4\text{ps} = 0.1294\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.81\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1251\text{nm}, E_g = 1.59 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.992\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.238) = 0$$

$$y = 0.546, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.252, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.252}\text{Ga}_{0.748}\text{As}_{0.546}\text{P}_{0.454}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.21mW , c) 5.61mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(334/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.763\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.2\text{dBm} - (-4.763)\text{dBm}] / 14.5\text{km} = 6.963\text{dB} / 14.5\text{km} = 0.480\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 14.5\text{km} = -11.725\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 14.5\text{km}/2 = -1.281\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.281/10} \text{mW}; P_{rj} = 744.5\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4762^2 - 1.4557^2)} = 0.245; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.521; N = V^2/2 = 28.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 3.842 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 384.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2658.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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 Moldovenesc**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Câmpulung Moldovenesc) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 30° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.7\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 79\% \cdot 110/60\text{h} = 7747.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 7747.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 322.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 30° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 79% , suprafața panoului $S = 1.25\text{m} \times 2.40\text{m} = 3.00 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 33

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.4\text{dBm} - (-42.5)\text{dBm} + 28.2\text{dB} - 10\text{dB} = 73.1\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.42\text{dB} = 1.68\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.345\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.038 dB la fiecare $L_t = 2.2\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.345\text{dB/km} + 0.038\text{dB} / 2.2\text{km} = 0.362\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (73.1\text{dB} - 1.68\text{dB}) / 0.362\text{ dB/km} = 197.14\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 197.14 / 2.2 = 89.61$, deci vor fi $N_s = 89$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.038\text{ dB} = 3.382\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (73.1\text{dB} - 1.68\text{dB} - 3.382\text{dB}) / 0.345\text{ dB/km} = 197.21\text{km} \approx 197.14\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.094/4 \cdot (1550 - 1536^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.298\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.43\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 197.21 \cdot (1.298) \cdot 0.43 \text{ ps} = 110.1\text{ps} = 0.1101\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.65\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1411\text{nm}, E_g = 1.41 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.880\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.058) = 0$$

$$y = 0.746, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.345, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.345}\text{Ga}_{0.655}\text{As}_{0.746}\text{P}_{0.254}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.00mW , c) 4.50mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(772/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -1.124\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.8\text{dBm} - (-1.124)\text{dBm}] / 10.9\text{km} = 3.924\text{dB} / 10.9\text{km} = 0.360\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.360\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 10.9\text{km} = -5.048\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.360\text{dB/km} \cdot 10.9\text{km}/2 = 0.838\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{0.838/10} \text{mW}; P_{rj} = 1212.9\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4704^2 - 1.4549^2)} = 0.213; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.847; N = V^2/2 = 23.4$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.494 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 249.4 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2419.9\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Câmpia Turzii) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 26° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.2\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 81\% \cdot 60/60\text{h} = 4657.2 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4657.2 \text{ Wh} / 24\text{V} = 194.0 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 26° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 13.6% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 73% , suprafața panoului $S = 1.15\text{m} \times 1.55\text{m} = 1.78 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 34

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.1\text{dBm} - (-40.4)\text{dBm} + 29.8\text{dB} - 10\text{dB} = 72.3\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.55\text{dB} = 2.20\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.320\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.033 dB la fiecare $L_t = 2.4\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.320\text{dB/km} + 0.033\text{dB} / 2.4\text{km} = 0.334\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (72.3\text{dB} - 2.20\text{dB}) / 0.334\text{ dB/km} = 210.04\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 210.04 / 2.4 = 87.52$, deci vor fi $N_s = 87$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.033\text{ dB} = 2.871\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (72.3\text{dB} - 2.20\text{dB} - 2.871\text{dB}) / 0.320\text{ dB/km} = 210.09\text{km} \approx 210.04\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1550 - 1539^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.936\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.41\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 210.09 \cdot (0.936) \cdot 0.41 \text{ ps} = 80.6\text{ps} = 0.0806\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.72\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1396\text{nm}, E_g = 1.42 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.889\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.073) = 0$$

$$y = 0.728, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.337, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.337} \text{Ga}_{0.663} \text{As}_{0.728} \text{P}_{0.272}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.50mW , c) 4.00mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(667/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -1.759\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.8\text{dBm} - (-1.759)\text{dBm}] / 11.4\text{km} = 4.559\text{dB} / 11.4\text{km} = 0.400\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 11.4\text{km} = -6.317\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 11.4\text{km}/2 = 0.521\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{0.521/10} \text{mW}; P_{rj} = 1127.4\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4859^2 - 1.4686^2)} = 0.226; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.852; N = V^2/2 = 23.5$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.070 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 207.0 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2421.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Aiud) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 34° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 10.4\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1400\text{W} / 78\% \cdot 110/60\text{h} = 6535.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6535.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 272.3 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 34° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 12.6% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 77% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 1.85\text{m} = 2.22 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 35

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.2\text{dBm} - (-36.6)\text{dBm} + 25.1\text{dB} - 10\text{dB} = 65.9\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.55\text{dB} = 2.20\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.285\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.052 dB la fiecare $L_t = 1.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.285\text{dB/km} + 0.052\text{dB} / 1.5\text{km} = 0.320\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (65.9\text{dB} - 2.20\text{dB}) / 0.320\text{ dB/km} = 199.27\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 199.27 / 1.5 = 132.85$, deci vor fi $N_s = 132$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.052\text{ dB} = 6.864\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (65.9\text{dB} - 2.20\text{dB} - 6.864\text{dB}) / 0.285\text{ dB/km} = 199.42\text{km} \approx 199.27\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.091/4 \cdot (1550 - 1532^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.610\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.55\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 199.42 \cdot (1.610) \cdot 0.55 \text{ ps} = 176.6\text{ps} = 0.1766\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 3.52\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1396\text{nm}, E_g = 1.42 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.889\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.073) = 0$$

$$y = 0.728, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.337, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.337} \text{Ga}_{0.663} \text{As}_{0.728} \text{P}_{0.272}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.02mW , c) 4.02mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(330/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.815\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.2\text{dBm} - (-4.815)\text{dBm}] / 17.1\text{km} = 7.015\text{dB} / 17.1\text{km} = 0.410\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.410\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.1\text{km} = -11.830\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.410\text{dB/km} \cdot 17.1\text{km}/2 = -1.307\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.307/10} \text{mW}; P_{rj} = 740.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4825^2 - 1.4649^2)} = 0.228; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.745; N = V^2/2 = 30.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.662 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 266.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2737.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

6. 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 Argeș**

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Curtea de Argeș) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.7\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 84\% \cdot 80/60\text{h} = 6666.3 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6666.3 \text{ Wh} / 24\text{V} = 277.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 32° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 82% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 2.30\text{m} = 2.76 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 36

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.9\text{dBm} - (-42.4)\text{dBm} + 26.8\text{dB} - 10\text{dB} = 71.1\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.46\text{dB} = 1.84\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.235\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.056 dB la fiecare $L_t = 2.1\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.235\text{dB/km} + 0.056\text{dB} / 2.1\text{km} = 0.262\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (71.1\text{dB} - 1.84\text{dB}) / 0.262\text{ dB/km} = 264.69\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 264.69 / 2.1 = 126.04$, deci vor fi $N_s = 126$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.056\text{ dB} = 7.056\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (71.1\text{dB} - 1.84\text{dB} - 7.056\text{dB}) / 0.235\text{ dB/km} = 264.70\text{km} \approx 264.69\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1537^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.130\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.34\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 264.70 \cdot (1.130) \cdot 0.34 \text{ ps} = 101.7\text{ps} = 0.1017\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.12\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1401\text{nm}, E_g = 1.42 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.886\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.068) = 0$$

$$y = 0.734, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.340, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.340}\text{Ga}_{0.660}\text{As}_{0.734}\text{P}_{0.266}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.30mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(392/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.067\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.5\text{dBm} - (-4.067)\text{dBm}] / 13.4\text{km} = 6.567\text{dB} / 13.4\text{km} = 0.490\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.490\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 13.4\text{km} = -10.634\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.490\text{dB/km} \cdot 13.4\text{km}/2 = -0.784\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.784/10} \text{mW}; P_{rj} = 834.9\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4831^2 - 1.4677^2)} = 0.213; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.382; N = V^2/2 = 20.4$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.549 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 154.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2255.5\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Drobeta-Turnu Severin) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 35° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.8\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1300\text{W} / 81\% \cdot 60/60\text{h} = 4662.5 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4662.5 \text{ Wh} / 24\text{V} = 194.3 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 35° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.4% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 76% , suprafața panoului $S = 1.25\text{m} \times 2.30\text{m} = 2.88 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 37

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.0\text{dBm} - (-44.6)\text{dBm} + 25.6\text{dB} - 10\text{dB} = 72.2\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.55\text{dB} = 2.20\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.290\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.051 dB la fiecare $L_t = 2.6\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.290\text{dB/km} + 0.051\text{dB} / 2.6\text{km} = 0.310\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (72.2\text{dB} - 2.20\text{dB}) / 0.310\text{ dB/km} = 226.09\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 226.09 / 2.6 = 86.96$, deci vor fi $N_s = 86$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.051\text{ dB} = 4.386\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (72.2\text{dB} - 2.20\text{dB} - 4.386\text{dB}) / 0.290\text{ dB/km} = 226.20\text{km} \approx 226.09\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.085/4 \cdot (1550 - 1542^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.675\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.32\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 226.20 \cdot (0.675) \cdot 0.32 \text{ ps} = 48.8\text{ps} = 0.0488\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 12.74\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1471\text{nm}, E_g = 1.35 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.844\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (0.000) = 0$$

$$y = 0.813, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.377, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.377} \text{Ga}_{0.623} \text{As}_{0.813} \text{P}_{0.187}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.11mW , c) 5.10mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(283/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.482\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.7\text{dBm} - (-5.482)\text{dBm}] / 18.4\text{km} = 7.182\text{dB} / 18.4\text{km} = 0.390\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 18.4\text{km} = -12.664\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 18.4\text{km}/2 = -1.891\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.891/10} \text{mW}; P_{rj} = 647.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4702^2 - 1.4530^2)} = 0.224; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.707; N = V^2/2 = 29.7$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.602 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 260.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2724.0\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Făgăraș) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.0\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1300\text{W} / 79\% \cdot 90/60\text{h} = 5276.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5276.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 219.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.7% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 78% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 2.40\text{m} = 2.88 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 38

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.7\text{dBm} - (-36.5)\text{dBm} + 26.8\text{dB} - 10\text{dB} = 68.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.46\text{dB} = 1.84\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.310\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.044 dB la fiecare $L_t = 1.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.310\text{dB/km} + 0.044\text{dB} / 1.5\text{km} = 0.339\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (68.0\text{dB} - 1.84\text{dB}) / 0.339\text{ dB/km} = 194.97\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 194.97 / 1.5 = 129.98$, deci vor fi $N_s = 129$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.044\text{ dB} = 5.676\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (68.0\text{dB} - 1.84\text{dB} - 5.676\text{dB}) / 0.310\text{ dB/km} = 195.00\text{km} \approx 194.97\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1550 - 1534^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.465\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.38\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 195.00 \cdot (1.465) \cdot 0.38 \text{ ps} = 108.6\text{ps} = 0.1086\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 5.73\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1421\text{nm}, E_g = 1.40 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.874\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.048) = 0$$

$$y = 0.757, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.351, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.351} \text{Ga}_{0.649} \text{As}_{0.757} \text{P}_{0.243}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.87mW , c) 3.87mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(370/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.318\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.4\text{dBm} - (-4.318)\text{dBm}] / 14.0\text{km} = 6.718\text{dB} / 14.0\text{km} = 0.480\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 14.0\text{km} = -11.036\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.480\text{dB/km} \cdot 14.0\text{km}/2 = -0.959\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.959/10} \text{mW}; P_{rj} = 801.9\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4712^2 - 1.4632^2)} = 0.153; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 4.530; N = V^2/2 = 10.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 0.914 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 91.4 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 1601.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Ploiești) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 39° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.3\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1000\text{W} / 79\% \cdot 70/60\text{h} = 4378.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4378.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 182.4 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 39° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.6% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 82% , suprafața panoului $S = 1.15\text{m} \times 2.45\text{m} = 2.82 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 39

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.1\text{dBm} - (-38.4)\text{dBm} + 26.3\text{dB} - 10\text{dB} = 65.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.53\text{dB} = 2.12\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.230\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.059 dB la fiecare $L_t = 2.9\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.230\text{dB/km} + 0.059\text{dB} / 2.9\text{km} = 0.250\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (65.8\text{dB} - 2.12\text{dB}) / 0.250\text{ dB/km} = 254.37\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 254.37 / 2.9 = 87.71$, deci vor fi $N_s = 87$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.059\text{ dB} = 5.133\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (65.8\text{dB} - 2.12\text{dB} - 5.133\text{dB}) / 0.230\text{ dB/km} = 254.55\text{km} \approx 254.37\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.087/4 \cdot (1550 - 1538^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.032\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.31\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 254.55 \cdot (1.032) \cdot 0.31 \text{ ps} = 81.4\text{ps} = 0.0814\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.64\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1446\text{nm}, E_g = 1.37 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.859\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.024) = 0$$

$$y = 0.785, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.364, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.364} \text{Ga}_{0.636} \text{As}_{0.785} \text{P}_{0.215}$$

3. a) 0.00mW , b) 2.47mW , c) 4.30mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(647/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -1.891\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.5\text{dBm} - (-1.891)\text{dBm}] / 11.3\text{km} = 3.391\text{dB} / 11.3\text{km} = 0.300\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.300\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 11.3\text{km} = -5.282\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.300\text{dB/km} \cdot 11.3\text{km}/2 = -0.195\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.195/10} \text{mW}; P_{rj} = 956.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4727^2 - 1.4563^2)} = 0.219; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.723; N = V^2/2 = 22.6$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.230 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 223.0 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2376.3\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Hunedoara) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.1\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 84\% \cdot 40/60\text{h} = 4812.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4812.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 200.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 41° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 13.5% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 72% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 2.30\text{m} = 2.76 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 40

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.9\text{dBm} - (-40.0)\text{dBm} + 28.1\text{dB} - 10\text{dB} = 71.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.57\text{dB} = 2.28\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.230\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.042 dB la fiecare $L_t = 2.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.230\text{dB/km} + 0.042\text{dB} / 2.5\text{km} = 0.247\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (71.0\text{dB} - 2.28\text{dB}) / 0.247\text{ dB/km} = 278.44\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 278.44 / 2.5 = 111.38$, deci vor fi $N_s = 111$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.042\text{ dB} = 4.662\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (71.0\text{dB} - 2.28\text{dB} - 4.662\text{dB}) / 0.230\text{ dB/km} = 278.51\text{km} \approx 278.44\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.094/4 \cdot (1550 - 1541^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.839\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.29\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 278.51 \cdot (0.839) \cdot 0.29 \text{ ps} = 67.7\text{ps} = 0.0677\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.19\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1456\text{nm}, E_g = 1.36 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.853\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.014) = 0$$

$$y = 0.796, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.370, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.370}\text{Ga}_{0.630}\text{As}_{0.796}\text{P}_{0.204}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.08mW , c) 2.68mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(276/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.591\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.5\text{dBm} - (-5.591)\text{dBm}] / 17.6\text{km} = 8.091\text{dB} / 17.6\text{km} = 0.460\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.6\text{km} = -13.682\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 17.6\text{km}/2 = -1.545\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.545/10} \text{mW}; P_{rj} = 700.6\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4737^2 - 1.4611^2)} = 0.192; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.326; N = V^2/2 = 20.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.175 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 217.5 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2235.6\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Rădăuți) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.4\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 78\% \cdot 60/60\text{h} = 5992.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5992.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 249.7 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 17.2% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 79% , suprafața panoului $S = 1.25\text{m} \times 1.55\text{m} = 1.94 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 41

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.3\text{dBm} - (-41.8)\text{dBm} + 28.6\text{dB} - 10\text{dB} = 70.7\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.51\text{dB} = 2.04\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.275\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.059 dB la fiecare $L_t = 2.0\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.275\text{dB/km} + 0.059\text{dB} / 2.0\text{km} = 0.304\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.7\text{dB} - 2.04\text{dB}) / 0.304\text{ dB/km} = 225.48\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 225.48 / 2.0 = 112.74$, deci vor fi $N_s = 112$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.059\text{ dB} = 6.608\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.7\text{dB} - 2.04\text{dB} - 6.608\text{dB}) / 0.275\text{ dB/km} = 225.64\text{km} \approx 225.48\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1550 - 1541^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.830\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.52\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 225.64 \cdot (0.830) \cdot 0.52 \text{ ps} = 97.4\text{ps} = 0.0974\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 6.39\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1216\text{nm}, E_g = 1.63 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.021\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.284) = 0$$

$$y = 0.498, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.229, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.229}\text{Ga}_{0.771}\text{As}_{0.498}\text{P}_{0.502}$$

3. a) 0.05mW , b) 2.55mW , c) 3.80mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(500/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.010\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.8\text{dBm} - (-3.010)\text{dBm}] / 14.9\text{km} = 5.810\text{dB} / 14.9\text{km} = 0.390\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 14.9\text{km} = -8.821\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.390\text{dB/km} \cdot 14.9\text{km}/2 = -0.105\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.105/10} \text{mW}; P_{rj} = 976.1\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4776^2 - 1.4596^2)} = 0.230; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.988; N = V^2/2 = 31.9$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.584 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 258.4 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2823.4\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Lugoj) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.2\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1200\text{W} / 70\% \cdot 50/60\text{h} = 4299.0 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4299.0 \text{ Wh} / 24\text{V} = 179.1 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.3% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 69% , suprafața panoului $S = 1.05\text{m} \times 1.70\text{m} = 1.79 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 42

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.5\text{dBm} - (-44.9)\text{dBm} + 29.3\text{dB} - 10\text{dB} = 74.7\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.59\text{dB} = 2.36\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.310\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.051 dB la fiecare $L_t = 2.4\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.310\text{dB/km} + 0.051\text{dB} / 2.4\text{km} = 0.331\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (74.7\text{dB} - 2.36\text{dB}) / 0.331\text{ dB/km} = 218.38\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 218.38 / 2.4 = 90.99$, deci vor fi $N_s = 90$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.051\text{ dB} = 4.590\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (74.7\text{dB} - 2.36\text{dB} - 4.590\text{dB}) / 0.310\text{ dB/km} = 218.40\text{km} \approx 218.38\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.091/4 \cdot (1550 - 1534^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.434\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.44\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 218.40 \cdot (1.434) \cdot 0.44 \text{ ps} = 137.8\text{ps} = 0.1378\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.52\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1356\text{nm}, E_g = 1.46 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.916\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.115) = 0$$

$$y = 0.681, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.315, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.315} \text{Ga}_{0.685} \text{As}_{0.681} \text{P}_{0.319}$$

3. a) 0.42mW , b) 2.93mW , c) 3.90mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(318/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.976\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.6\text{dBm} - (-4.976)\text{dBm}] / 14.0\text{km} = 6.576\text{dB} / 14.0\text{km} = 0.470\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.470\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 14.0\text{km} = -11.551\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.470\text{dB/km} \cdot 14.0\text{km}/2 = -1.688\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.688/10} \text{mW}; P_{rj} = 678.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4781^2 - 1.4632^2)} = 0.209; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.583; N = V^2/2 = 28.7$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.442 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 144.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2679.9\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Drăgășani) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.3\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 70\% \cdot 80/60\text{h} = 5827.7 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5827.7 \text{ Wh} / 24\text{V} = 242.8 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 82% , suprafața panoului $S = 1.25\text{m} \times 1.80\text{m} = 2.25 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 43

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 12.4\text{dBm} - (-37.6)\text{dBm} + 26.6\text{dB} - 10\text{dB} = 66.6\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.52\text{dB} = 2.08\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.305\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.051 dB la fiecare $L_t = 1.9\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.305\text{dB/km} + 0.051\text{dB} / 1.9\text{km} = 0.332\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (66.6\text{dB} - 2.08\text{dB}) / 0.332\text{ dB/km} = 194.43\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 194.43 / 1.9 = 102.33$, deci vor fi $N_s = 102$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.051\text{ dB} = 5.202\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (66.6\text{dB} - 2.08\text{dB} - 5.202\text{dB}) / 0.305\text{ dB/km} = 194.49\text{km} \approx 194.43\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.093/4 \cdot (1550 - 1539^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.012\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.35\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 194.49 \cdot (1.012) \cdot 0.35 \text{ ps} = 68.9\text{ps} = 0.0689\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.03\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1241\text{nm}, E_g = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.000\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.251) = 0$$

$$y = 0.533, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.245, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.245} \text{Ga}_{0.755} \text{As}_{0.533} \text{P}_{0.467}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.98mW , c) 3.90mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(566/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -2.472\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.6\text{dBm} - (-2.472)\text{dBm}] / 13.7\text{km} = 5.072\text{dB} / 13.7\text{km} = 0.370\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.370\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 13.7\text{km} = -7.544\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.370\text{dB/km} \cdot 13.7\text{km}/2 = 0.064\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{0.064/10} \text{mW}; P_{rj} = 1014.9\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4803^2 - 1.4692^2)} = 0.181; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 5.952; N = V^2/2 = 17.7$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.810 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 181.0 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2103.6\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Moreni) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 9.0\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1200\text{W} / 74\% \cdot 110/60\text{h} = 5781.0 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5781.0 \text{ Wh} / 24\text{V} = 240.9 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 43° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 14.7% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 75% , suprafața panoului $S = 1.20\text{m} \times 2.00\text{m} = 2.40 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 44

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.4\text{dBm} - (-35.6)\text{dBm} + 29.8\text{dB} - 10\text{dB} = 66.8\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.41\text{dB} = 1.64\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.290\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.055 dB la fiecare $L_t = 2.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.290\text{dB/km} + 0.055\text{dB} / 2.5\text{km} = 0.312\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (66.8\text{dB} - 1.64\text{dB}) / 0.312\text{ dB/km} = 208.85\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 208.85 / 2.5 = 83.54$, deci vor fi $N_s = 83$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.055\text{ dB} = 4.565\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (66.8\text{dB} - 1.64\text{dB} - 4.565\text{dB}) / 0.290\text{ dB/km} = 208.95\text{km} \approx 208.85\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.090/4 \cdot (1550 - 1530^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.765\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.40\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 208.95 \cdot (1.765) \cdot 0.40 \text{ ps} = 147.6\text{ps} = 0.1476\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.22\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1216\text{nm}, E_g = 1.63 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.021\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.284) = 0$$

$$y = 0.498, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.229, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.229}\text{Ga}_{0.771}\text{As}_{0.498}\text{P}_{0.502}$$

3. a) 0.12mW , b) 3.02mW , c) 5.92mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(463/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.344\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.9\text{dBm} - (-3.344)\text{dBm}] / 15.6\text{km} = 6.244\text{dB} / 15.6\text{km} = 0.400\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 15.6\text{km} = -9.588\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 15.6\text{km}/2 = -0.222\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.222/10}\text{mW}; P_{rj} = 950.1\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4859^2 - 1.4683^2)} = 0.228; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.826; N = V^2/2 = 23.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.409 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 240.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2412.7\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Fălticeni) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.2\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1500\text{W} / 74\% \cdot 80/60\text{h} = 6197.1 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 6197.1 \text{ Wh} / 24\text{V} = 258.2 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 28° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.5% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 81% , suprafața panoului $S = 1.30\text{m} \times 1.60\text{m} = 2.08 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 45

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.4\text{dBm} - (-39.4)\text{dBm} + 25.1\text{dB} - 10\text{dB} = 67.9\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.43\text{dB} = 1.72\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.245\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.051 dB la fiecare $L_t = 2.7\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.245\text{dB/km} + 0.051\text{dB} / 2.7\text{km} = 0.264\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (67.9\text{dB} - 1.72\text{dB}) / 0.264\text{ dB/km} = 250.79\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 250.79 / 2.7 = 92.88$, deci vor fi $N_s = 92$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.051\text{ dB} = 4.692\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (67.9\text{dB} - 1.72\text{dB} - 4.692\text{dB}) / 0.245\text{ dB/km} = 250.97\text{km} \approx 250.79\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.089/4 \cdot (1550 - 1542^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.707\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.39\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 250.97 \cdot (0.707) \cdot 0.39 \text{ ps} = 69.2\text{ps} = 0.0692\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 9.00\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1491\text{nm}, E_g = 1.33 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.833\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (0.018) = 0$$

$$y = 0.835, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.388, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.388} \text{Ga}_{0.612} \text{As}_{0.835} \text{P}_{0.165}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.90mW , c) 4.00mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(342/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -4.660\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.3\text{dBm} - (-4.660)\text{dBm}] / 17.4\text{km} = 6.960\text{dB} / 17.4\text{km} = 0.400\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 17.4\text{km} = -11.619\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.400\text{dB/km} \cdot 17.4\text{km}/2 = -1.180\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.180/10} \text{mW}; P_{rj} = 762.1\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4736^2 - 1.4613^2)} = 0.190; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.180; N = V^2/2 = 19.1$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.229 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 222.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2184.1\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Petroșani) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 36° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.2\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1400\text{W} / 83\% \cdot 80/60\text{h} = 4807.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4807.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 200.3 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 36° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 13.1% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 70% , suprafața panoului $S = 1.45\text{m} \times 2.00\text{m} = 2.90 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 46

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 13.7\text{dBm} - (-39.5)\text{dBm} + 27.3\text{dB} - 10\text{dB} = 70.5\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.40\text{dB} = 1.60\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.260\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.032 dB la fiecare $L_t = 1.8\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.260\text{dB/km} + 0.032\text{dB} / 1.8\text{km} = 0.278\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (70.5\text{dB} - 1.60\text{dB}) / 0.278\text{ dB/km} = 248.04\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 248.04 / 1.8 = 137.80$, deci vor fi $N_s = 137$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.032\text{ dB} = 4.384\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (70.5\text{dB} - 1.60\text{dB} - 4.384\text{dB}) / 0.260\text{ dB/km} = 248.14\text{km} \approx 248.04\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1536^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.271\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.22\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 248.14 \cdot (1.271) \cdot 0.22 \text{ ps} = 69.4\text{ps} = 0.0694\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.97\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1401\text{nm}, E_g = 1.42 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.886\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.068) = 0$$

$$y = 0.734, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.340, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.340}\text{Ga}_{0.660}\text{As}_{0.734}\text{P}_{0.266}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.00mW , c) 2.64mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(481/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.179\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.7\text{dBm} - (-3.179)\text{dBm}] / 10.6\text{km} = 4.879\text{dB} / 10.6\text{km} = 0.460\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 10.6\text{km} = -8.057\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.460\text{dB/km} \cdot 10.6\text{km}/2 = -0.739\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.739/10} \text{mW}; P_{rj} = 843.5\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4696^2 - 1.4524^2)} = 0.224; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 8.037; N = V^2/2 = 32.3$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4 \cdot \sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.832 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 283.2 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2840.6\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Fetești) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.3\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1100\text{W} / 72\% \cdot 60/60\text{h} = 5053.4 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 5053.4 \text{ Wh} / 24\text{V} = 210.6 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 12.8% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 82% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 2.40\text{m} = 2.64 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 47

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 14.1\text{dBm} - (-38.1)\text{dBm} + 26.4\text{dB} - 10\text{dB} = 68.6\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.47\text{dB} = 1.88\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.255\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.030 dB la fiecare $L_t = 2.8\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.255\text{dB/km} + 0.030\text{dB} / 2.8\text{km} = 0.266\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (68.6\text{dB} - 1.88\text{dB}) / 0.266\text{ dB/km} = 251.10\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 251.10 / 2.8 = 89.68$, deci vor fi $N_s = 89$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.030\text{ dB} = 2.670\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (68.6\text{dB} - 1.88\text{dB} - 2.670\text{dB}) / 0.255\text{ dB/km} = 251.18\text{km} \approx 251.10\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.086/4 \cdot (1550 - 1542^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 0.683\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.43\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 251.18 \cdot (0.683) \cdot 0.43 \text{ ps} = 73.7\text{ps} = 0.0737\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 8.44\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1266\text{nm}, E_g = 1.57 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.981\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.219) = 0$$

$$y = 0.566, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.261, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.261} \text{Ga}_{0.739} \text{As}_{0.566} \text{P}_{0.434}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.38mW , c) 2.80mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(480/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.188\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.4\text{dBm} - (-3.188)\text{dBm}] / 10.2\text{km} = 4.588\text{dB} / 10.2\text{km} = 0.450\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 10.2\text{km} = -7.775\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 10.2\text{km}/2 = -0.894\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.894/10} \text{mW}; P_{rj} = 814.0\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4748^2 - 1.4586^2)} = 0.218; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.815; N = V^2/2 = 30.5$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.908 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 190.8 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2762.2\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Onești) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.0\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 83\% \cdot 110/60\text{h} = 7628.8 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 7628.8 \text{ Wh} / 24\text{V} = 317.9 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 31° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 17.3% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 68% , suprafața panoului $S = 1.10\text{m} \times 2.10\text{m} = 2.31 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 48

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.2\text{dBm} - (-40.9)\text{dBm} + 27.9\text{dB} - 10\text{dB} = 69.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.59\text{dB} = 2.36\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.285\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.043 dB la fiecare $L_t = 1.6\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.285\text{dB/km} + 0.043\text{dB} / 1.6\text{km} = 0.312\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (69.0\text{dB} - 2.36\text{dB}) / 0.312\text{ dB/km} = 213.68\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 213.68 / 1.6 = 133.55$, deci vor fi $N_s = 133$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.043\text{ dB} = 5.719\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (69.0\text{dB} - 2.36\text{dB} - 5.719\text{dB}) / 0.285\text{ dB/km} = 213.76\text{km} \approx 213.68\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.092/4 \cdot (1550 - 1536^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.271\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.52\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 213.76 \cdot (1.271) \cdot 0.52 \text{ ps} = 141.2\text{ps} = 0.1412\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 4.41\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1291\text{nm}, E_g = 1.54 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.962\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.189) = 0$$

$$y = 0.599, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.276, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.276}\text{Ga}_{0.724}\text{As}_{0.599}\text{P}_{0.401}$$

3. a) 0.00mW , b) 0.65mW , c) 3.10mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(259/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -5.867\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [1.9\text{dBm} - (-5.867)\text{dBm}] / 18.5\text{km} = 7.767\text{dB} / 18.5\text{km} = 0.420\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.420\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 18.5\text{km} = -13.634\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.420\text{dB/km} \cdot 18.5\text{km}/2 = -1.984\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-1.984/10} \text{mW}; P_{rj} = 633.4\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4779^2 - 1.4573^2)} = 0.246; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.998; N = V^2/2 = 32.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 3.920 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 392.0 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2826.6\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Miercurea Ciuc) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 36° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{ilum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.6\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1000\text{W} / 80\% \cdot 40/60\text{h} = 4452.5 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 4452.5 \text{ Wh} / 24\text{V} = 185.5 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 36° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.2% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 75% , suprafața panoului $S = 1.30\text{m} \times 1.90\text{m} = 2.47 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 49

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 11.7\text{dBm} - (-43.5)\text{dB} + 29.8\text{dB} - 10\text{dB} = 75.0\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.57\text{dB} = 2.28\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.270\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.035 dB la fiecare $L_t = 1.7\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.270\text{dB/km} + 0.035\text{dB} / 1.7\text{km} = 0.291\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (75.0\text{dB} - 2.28\text{dB}) / 0.291\text{ dB/km} = 250.25\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 250.25 / 1.7 = 147.21$, deci vor fi $N_s = 147$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.035\text{ dB} = 5.145\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (75.0\text{dB} - 2.28\text{dB} - 5.145\text{dB}) / 0.270\text{ dB/km} = 250.28\text{km} \approx 250.25\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.088/4 \cdot (1550 - 1534^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.386\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.24\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 250.28 \cdot (1.386) \cdot 0.24 \text{ ps} = 83.3\text{ps} = 0.0833\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.47\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1421\text{nm}, E_g = 1.40 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.874\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.048) = 0$$

$$y = 0.757, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.351, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.351} \text{Ga}_{0.649} \text{As}_{0.757} \text{P}_{0.243}$$

3. a) 0.00mW , b) 1.01mW , c) 2.10mW , la curentul de 30mA dioda ESTE saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(452/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.449\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.4\text{dBm} - (-3.449)\text{dBm}] / 13.0\text{km} = 5.849\text{dB} / 13.0\text{km} = 0.450\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 13.0\text{km} = -9.297\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.450\text{dB/km} \cdot 13.0\text{km}/2 = -0.524\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.524/10} \text{mW}; P_{rj} = 886.3\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4788^2 - 1.4651^2)} = 0.201; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 7.051; N = V^2/2 = 24.9$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 2.088 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 208.8 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2492.2\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Gheorgheni) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 33° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 11.1\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1700\text{W} / 72\% \cdot 110/60\text{h} = 7791.9 \text{ Wh}$$

$$c) \text{Conform exemplului, capacitatea necesară: } 7791.9 \text{ Wh} / 24\text{V} = 324.7 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 33° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 16.0% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 72% , suprafața panoului $S = 1.15\text{m} \times 2.30\text{m} = 2.65 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

Bilet nr. 50

1. a) Ținem cont de puterea emițătorului, sensibilitatea receptorului, câștigul amplificatorului și marginea de proiectare, atenuarea maximă permisă $A_{\max} = P_e - S_r + G - M = 10.2\text{dBm} - (-37.2)\text{dBm} + 26.2\text{dB} - 10\text{dB} = 63.6\text{dB}$. Atenuarea va proveni din: atenuarea în conectori (4 conectori: emițător-fibră, fibră-amplificator, amplificator-fibră, fibră receptor) $A_c = 4 \cdot 0.56\text{dB} = 2.24\text{dB}$; atenuarea maximă în fibră $A_f = 0.290\text{dB/km}$; atenuarea datorată splice-urilor A_s . A_s depinde de numărul de splice-uri, dar dacă distanța totală și deci numărul de tronsoane este mare crește atenuarea în fibră în medie cu 0.052 dB la fiecare $L_t = 1.5\text{ km}$ deci putem estima o atenuare în fibră și splice-uri egală cu $A_{fs} = 0.290\text{dB/km} + 0.052\text{dB} / 1.5\text{km} = 0.325\text{ dB/km}$. Rezultă o distanță maximă (permisă de atenuare) egală cu:

$$D_{\max_e} = (A_{\max} - A_c) / A_{fs} = (63.6\text{dB} - 2.24\text{dB}) / 0.325\text{ dB/km} = 188.99\text{km}$$

Verificarea estimării: Numărul de tronsoane de fibră $N = D_{\max_e} / L_t = 188.99 / 1.5 = 126.00$, deci vor fi $N_s = 125$ splice-uri cu o atenuare totală $A_s = N_s \cdot 0.052\text{ dB} = 6.500\text{ dB}$. Ca urmare:

$$D_{\max} = (A_{\max} - A_c - A_s) / A_f = (63.6\text{dB} - 2.24\text{dB} - 6.500\text{dB}) / 0.290\text{ dB/km} = 189.00\text{km} \approx 188.99\text{km}$$

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

$$\text{Dispersia } D(\lambda) = S_0/4 \cdot (\lambda - \lambda_0^4/\lambda^3) = 0.091/4 \cdot (1550 - 1530^4/1550^3) \text{ ps/nm/km} = 1.785\text{ps/nm/km};$$

$$\Delta\lambda = 0.24\text{nm}; \Delta\tau = D_{\max} \cdot D(\lambda) \cdot \Delta\lambda; \Delta\tau = 189.00 \cdot (1.785) \cdot 0.24 \text{ ps} = 81.0\text{ps} = 0.0810\text{ns};$$

$$V[\text{Gb/s}] = 0.44 / \Delta\tau[\text{ns}] \cdot \sqrt{2} = 7.68\text{Gb/s}$$

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

$$\text{Laser: } \lambda = 1381\text{nm}, E_g = 1.44 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0.899\text{eV}, \text{ materiale utilizate } \text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$$

$$\text{Ecuație de gradul 2: } E_g[\text{eV}] = 1.35 - 0.72 \cdot y + 0.12 \cdot y^2; 0.12 \cdot y^2 - 0.72 \cdot y + (-0.088) = 0$$

$$y = 0.711, x = 0.4526 \cdot y / (1 - 0.031 \cdot y) = 0.329, \text{ compoziția este: } \text{In}_{0.329}\text{Ga}_{0.671}\text{As}_{0.711}\text{P}_{0.289}$$

3. a) 0.18mW , b) 2.78mW , c) 5.38mW , la curentul de 30mA dioda NU este saturată.

$$4. a) P_r[\text{dBm}] = 10 \cdot \lg(411/1000\text{mW}/1\text{mW}) = -3.862\text{dBm}, P_e[\text{dBm}] = A[\text{dB/km}] \cdot L[\text{km}] + P_r[\text{dBm}];$$

$$A = [2.7\text{dBm} - (-3.862)\text{dBm}] / 16.0\text{km} = 6.562\text{dB} / 16.0\text{km} = 0.410\text{dB/km}$$

$$b) P_{rd}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.410\text{dB/km} \cdot 2 \cdot 16.0\text{km} = -10.423\text{dBm}$$

$$c) P_{rj}[\text{dBm}] = P_e[\text{dBm}] - 0.410\text{dB/km} \cdot 16.0\text{km}/2 = -0.581\text{dBm}; P_{rj}[\text{W}] = 10^{-0.581/10} \text{mW}; P_{rj} = 874.8\mu\text{W};$$

$$5. a) NA = \sqrt{(1.4716^2 - 1.4560^2)} = 0.214; V = \pi \cdot d \cdot NA/\lambda = 6.319; N = V^2/2 = 20.0$$

$$b) V > 2.405, \text{ fibră multimod}; \Delta\tau_{\text{mod}} = L \cdot NA^2 / 4/\sqrt{3}/c/n_{\text{miez}} = 1.569 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 156.9 \text{ ns}$$

$$c) \lambda_c = \pi \cdot d / 2.405 \cdot NA = 2233.3\text{nm} > 850\text{nm}$$

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

a) Cu aplicația de hartă se caută localitatea dorită (Motru) și se notează coordonatele.

b) Conform exemplului, se selectează "DAILY DATA", se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează "Irradiance/Clear-sky irradiance", pentru a determina perioada de lumină/întuneric în lunile martie/octombrie. Cu o probabilitate destul de mare se vor identifica tot 11 ore (perioadă de iluminare) ca în exemplu.

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{illum}} + E_{\text{inv}} = 24\text{V} \cdot 8.5\text{A} \cdot (24 - 11)\text{h} + 1900\text{W} / 79\% \cdot 110/60\text{h} = 7061.3 \text{ Wh}$$

$$c) \text{ Conform exemplului, capacitatea necesară: } 7061.3 \text{ Wh} / 24\text{V} = 294.2 \text{ Ah}$$

d) Pentru acest punct rezultatele depind strict de datele obținute din aplicația online. Conform exemplului, se selectează "MONTHLY DATA", se selectează întreaga perioadă din baza de date (2005-2020), se introduce unghiul indicat în problemă 37° și se selectează (măcar) "Global irradiation at angle:". Se preiau datele conform exemplului de rezolvare și se utilizează eficiența panourilor 15.1% , eficiența sistemului de încărcare a acumulatorilor 80% , suprafața panoului $S = 1.30\text{m} \times 2.00\text{m} = 2.60 \text{ m}^2$ pentru a determina numărul de panouri necesare.

