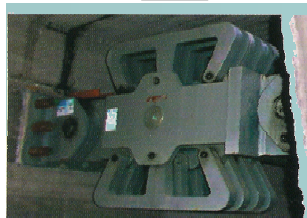


UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI

FACULTATEA DE CAI FERATE, DRUMURI SI PODURI



EPL
Isolatori isteretici longitudinali
Longitudinal Hysteretic Dampers



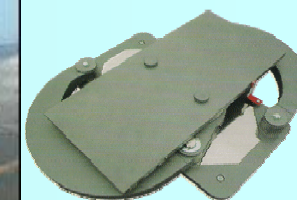
HDRB / LRB
High Damping Rubber Bearings
High Damping Rubber Bearings



VD - Amortizatori Viscosi / Viscous dampers
BTU - Accoppiatori Idraulici / Shock Transmission



FND / PND
Isolatori laterali con appoggio a disco elastometrico
Hysteretic Isolators with pot bearings



CSD, CSDC, CSDCF
Isolatore isteretico con appoggio sferico
Hysteretic Isolators with spherical bearing



DECS
Dispositivi Elettroinduttivi
Electro inductive dampers

Titlu lucrării

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACȚIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

ADRIAN HAIUCU

Indrumator

Student anul VI, FACULTATEA DE CAI FERATE, DRUMURI SI PODURI

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI



CUPRINS

1. GENERALITATI

2. EFECTUL ACTIUNII SEISMICE LA STRUCTURILE DE PODURI

3. PREZENTAREA DISPOZITIVELOR DE CONTROL PASIV

4. BAZELE TEORETICE ALE SISTEMELOR DE IZOLARE SEISMICA

5. PREZENTAREA GENERALA A DISPOZITIVELOR DE CONTROL PASIV PRIN IZOLAREA BAZEI DE REZEMARE

6. EXEMPLU DE CALCUL

<http://spoteur.free.fr>

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

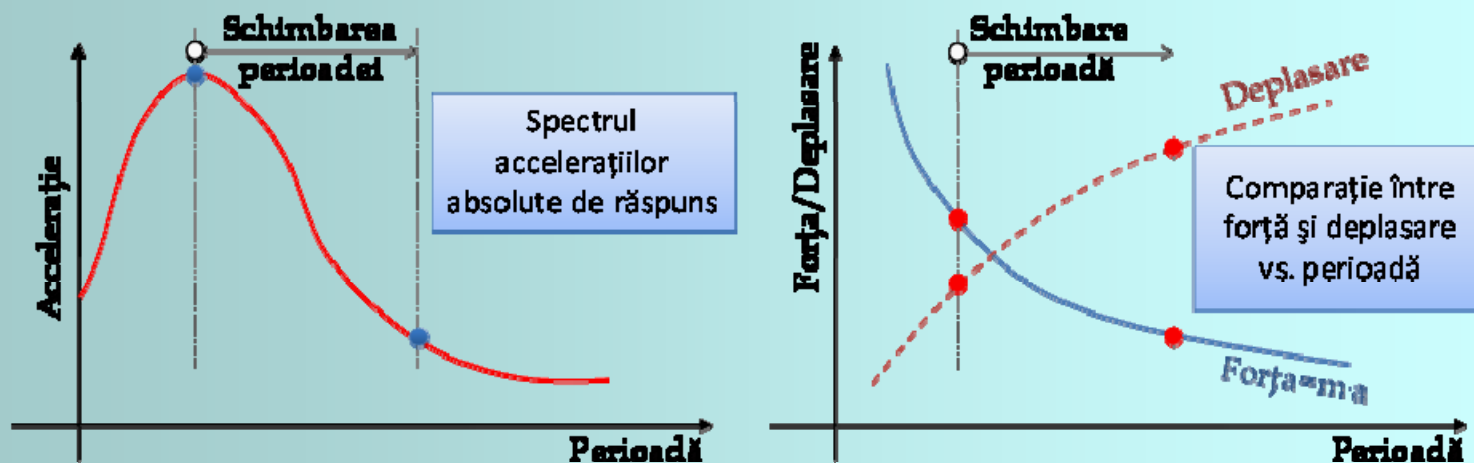
Prof. dr. ing. DAN CREȚU

1. GENERALITATI

Problema podurilor amplasate în zone cu acțiuni seismice severe este aceea că, în general în pile se dezvoltă forte seismice mari atât în lung cât și transversal podului.

Drept urmare problema este de găsirea unor procedeu prin care să se obțină reducere influenței masei tablierului asupra pilelor podului.

Sistemele care produc o reducere a efectului acțiunilor seismice asupra elementelor structurale se numesc sisteme inovative. În lucrare sunt prezentate o parte dintre sistemele inovative de tip control pasiv.



Titlul **SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA**

Absolvent **Adrian Haiducu**

Indrumator

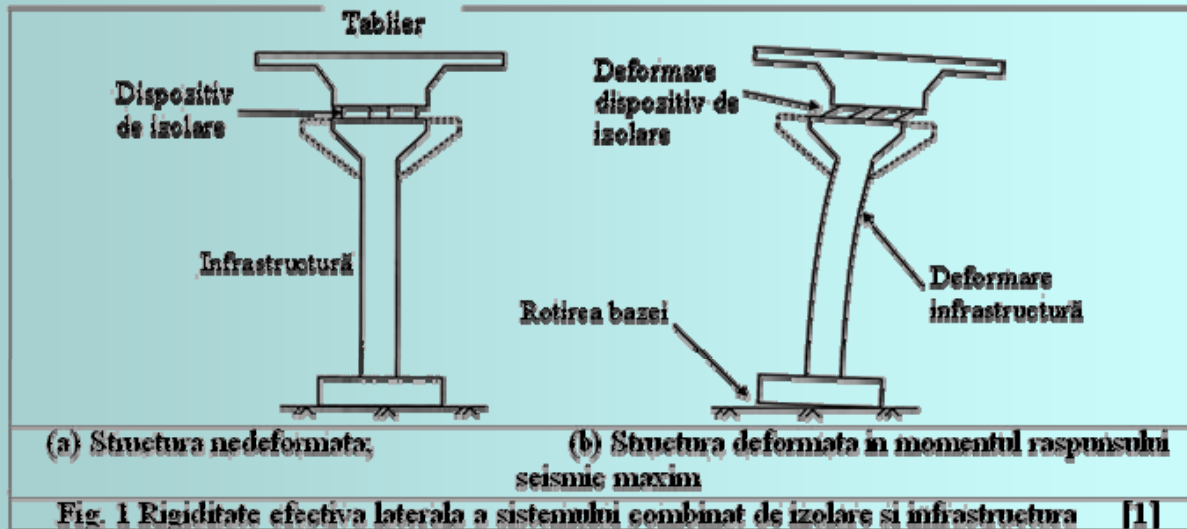
Prof. dr. ing. DAN CREȚU

2. EFECTUL ACTIUNII SEISMICE LA STRUCTURILE DE PODURI

Un sistem de izolare seismic presupune montarea unor dispozitive în zonele de rezemare ale structurii. Izolatori care au o rigiditate laterală mult redusă față de rigiditatea laterală a structurii, aceștia separă structura de mișcarea terenului.

Din punct de vedere al energiei, sistemul de izolare seismică limitează transferul de energie seismică către structură și respectiv către pile.

Figura 1 ilustrează poziția tipică a reazemelor de izolare la poduri cât și forma deformată la răspunsul seismic maxim



3. PREZENTAREA DISPOZITIVELOR DE CONTROL PASIV

a) *Disipatori de energie structurali ("in-structure damping"):*

Sunt dispozitive care se introduc în structură în care se dezvoltă forțe suplimentare dependente de deplasare sau de viteza de deformare la acțiuni ciclice. O parte din energia indusă în structură de mișcarea seismică este consumată.

b) *Disipatori hysteretici prin deformare plastică:*

Acești disipatori pot fi alcătuiți din oțel moale sau plumb, în general materiale care prezintă palier de curgere pronunțat. Disipatorii lucrează prin deformații plastice produse prin întindere/compresiune, încovoiere sau forfecare.

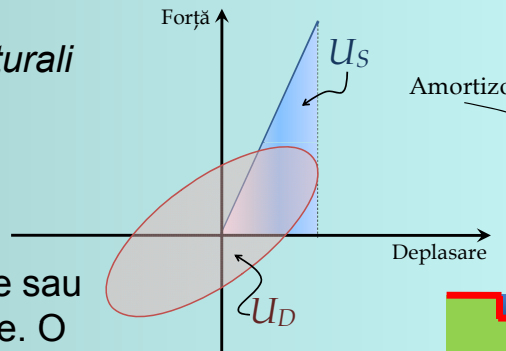


Figura 2 – Energia de deformare elastică a dispozitivului și energia disipată de dispozitiv prin deformare histeretică

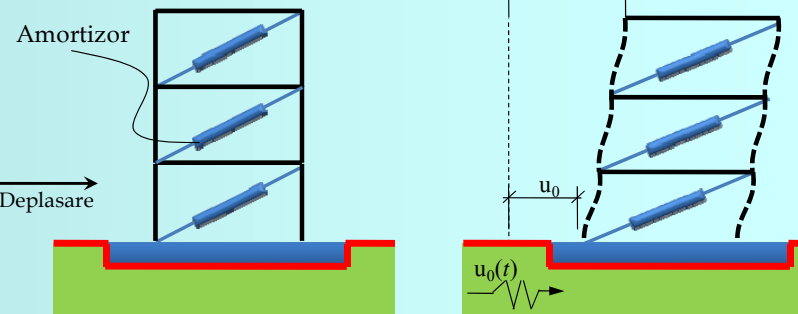


Figura 3 – Structură cu disipatori de energie

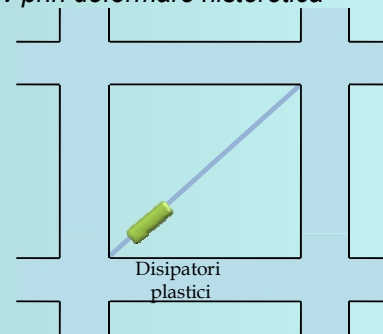


Figura 4 – Disipatori hysteretici prin deformare plastică

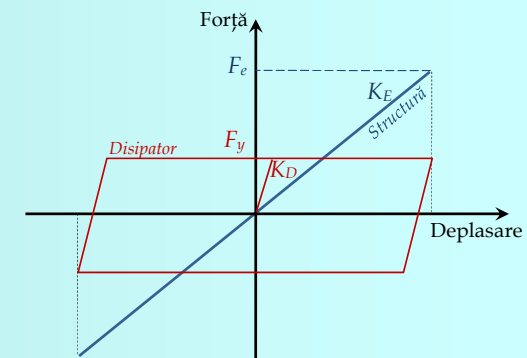


Figura 5 – Relația forță-deplasare pentru un amortizor histeretic prin deformare plastică

c) *Disipatori hysteretici prin frecare:*

Disipatori furnizează o relație neliniară forță-deplasare în momentul depășirii forței de frecare la contactul dintre suprafețele a două piese strânse cu șuruburi pretensionate controlat. Suprafețele în contact pot fi oțel-oțel, oțel-alamă, oțel-materiale de frânare.

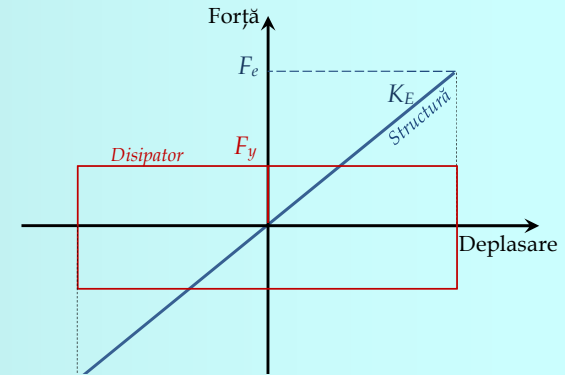


Figura 6 – Relația forță-deplasare pentru un amortizor hysteretic prin frecare

d) *Amortizori vâscoși si amortizori vâsco-elastici :*

Aceste dispozitive furnizează forța rezistentă proporțională cu viteza de deformare. Rezistența la deformații a amortizorului este cu atât mai mare cu cât viteza de deformare este mai mare. În această categorie intră amortizorii cu fluide, similari amortizorilor folosiți la automobile. Amortizorii vâsco-elastici sunt alcătuiți din două straturi de polimeri vulcanizați între o piesă centrală și două piese laterale (fig. 7).

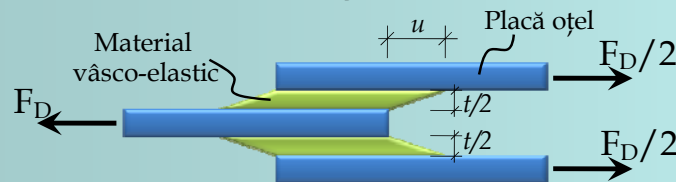


Figura 7 – Schemă amortizor vâsco-elastic

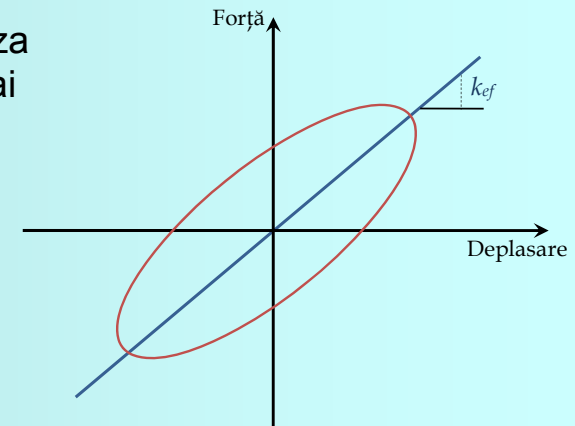


Figura 8 – Relația forță-deplasare pentru un amortizor vâsco-elastic

e) *Dispozitive cu masă acordată (TMD) :*

Dispozitivul cu masă acordată clasic constă într-o masă rezemată pe resorturi. Se montează pe un anumit planșeu al clădirii sau pe tablierul podurilor. Masa dispozitivului fiind mică în raport cu masa structurii, nu sunt afectate rezistența și rigiditatea acesteia. Răspunsul seismic este redus dacă structura și dispozitivul oscilează în antifază. În caz contrar, răspunsul poate fi amplificat.

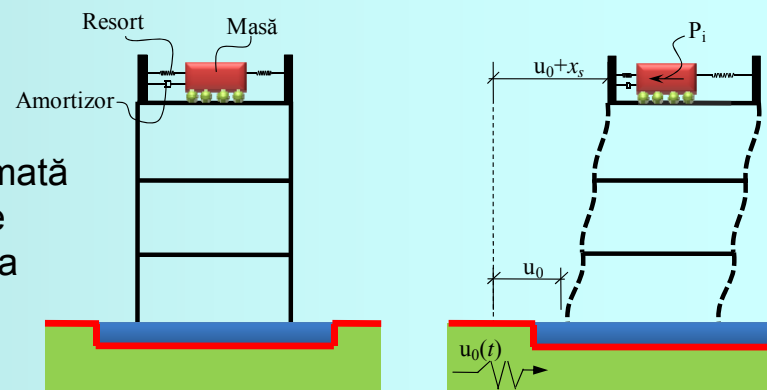
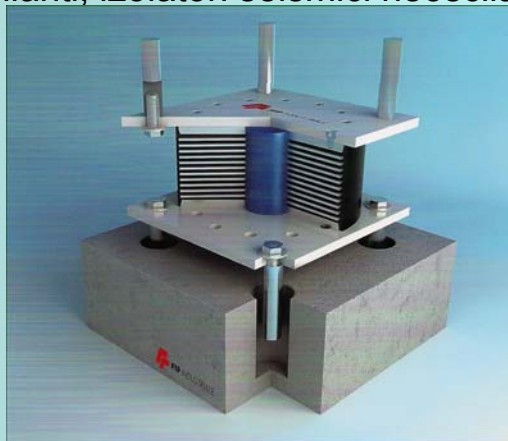


Figura 9 – Structură cu absorbtori dinamici TMD

e) *Izolatori seismici :*

Se impart în: -- izolatori seismici oscilanti, izolatori seismici neoscilanti si alte sisteme de izolare seismică



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

4. BAZELE TEORETICE ALE SISTEMELOR DE IZOLARE SEISMICA

Se analizează clădirea simplă cu un singur etaj și masă m , rigiditate k_s și amortizare vâscoasă c_s , izolată cu un sistem „linear” de izolare seismică format dintr-un resort linear k_b și amortizor linear vâscos c_b , prezentat în figura 10. Analiza teoretică a sistemelor linear izolate din punct de vedere seismic prezentate în acest paragraf a fost inițial dezvoltată de Kelly (1990). Masa bazei suprastructurii este egală cu m_b . Sistemul combinat structură-izolare este reprezentat de un sistem 2 grade de libertate dinamice cu deplasare absolută laterală la grindă și dală egală cu u_s , respectiv u_b . Deplasarea terenului este definită prin u_g . Aplicând a doua lege a lui Newton ambelor mase, rezultă următoarele ecuații de mișcare, unde \dot{u}_b și \dot{u}_s reprezintă vitezele absolute de la baza dalei și respectiv de la partea superioară a structurii, iar \ddot{u}_b și \ddot{u}_s reprezintă accelerațiile absolute la aceleași nivele.

$$m\ddot{u}_s = -c_s(\dot{u}_s - \dot{u}_b) - k_s(u_s - u_b)$$

Rescriind ecuațiile în termeni de deplasări relative și considerând că mișcarea relativă între structură și dală principală este suprimată ($v_s = 0$), ecuația de mișcare a sistemului cu două grade de libertate dinamic pot fi scrise sub formă de matrice:

$$[M]\{\ddot{v}\} + [C]\{\dot{v}\} + [K]\{v\} = -[M]\{r\}\ddot{u}_g$$

$$m\ddot{u}_s + m_b\ddot{u}_b = -c_b(\dot{u}_b - \dot{u}_g) - k_b(u_b - u_g)$$

$$[M] = \begin{bmatrix} M & m \\ m & m \end{bmatrix}; \{v\} = \begin{Bmatrix} v_b \\ v_s \end{Bmatrix}$$

$$[K] = \begin{bmatrix} k_b & 0 \\ 0 & k_s \end{bmatrix}; \{r\} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$[C] = \begin{bmatrix} c_b & 0 \\ 0 & c_s \end{bmatrix};$$

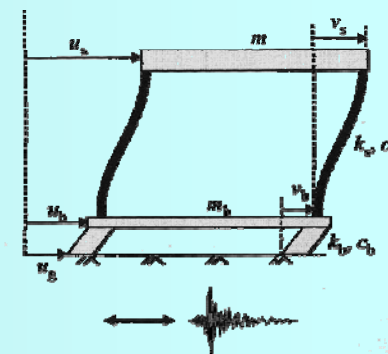


Figura 10 – Structură cu un singur etaj prevăzută cu sistem linear de izolare

Celor două frecvențe naturale ale sistemului sunt:

$$\omega_1 = \omega_b \sqrt{1 - \gamma \varepsilon} \approx \omega_b$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_s}{\sqrt{1 - \gamma}} \sqrt{1 + \frac{\gamma \omega_b^2}{\omega_s^2}} \approx \frac{\omega_s}{\sqrt{1 - \gamma}}$$

Cele două forme de modale de vibrație pentru structura izolată sunt prezentate în figura 11. Presupunând că amortizarea este suficient de mică pentru a menține proprietățile de ortogonalitate ale formelor de vibrație, răspunsurile modale, $u_1(t)$ și $u_2(t)$ satisfac următoarele ecuații modale de mișcare:

Forța seismică echivalentă statică V este dată de:

Perioada efectivă a sistemului de izolare este dată de:

Deplasarea totală a tablierului Δ (în metri) este:

Trebuie remarcat faptul că la calcularea rigidității efective k_{eff} , atât rigiditatea efectivă a sistemului de izolare cât și al infrastructurii care susține izolatorii trebuie luate în considerare. unde, unde k_{iso} reprezintă rigiditatea efectivă laterală a sistemului de izolare la o deplasare proiectată de izolare Δ_i (așa cum se arată în figura)

Forța teoretică (de proiectare) V_A la compresiunea între suprastructură și infrastructură la fiecare izolator i este dată de:

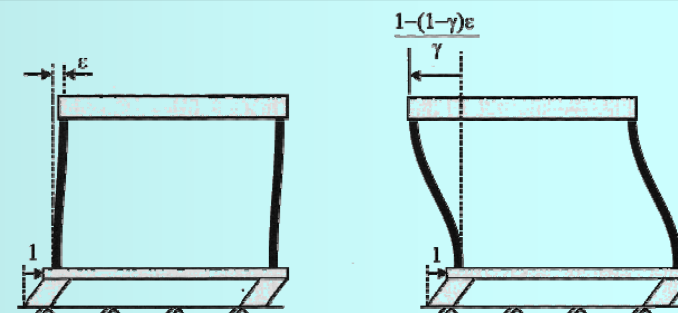


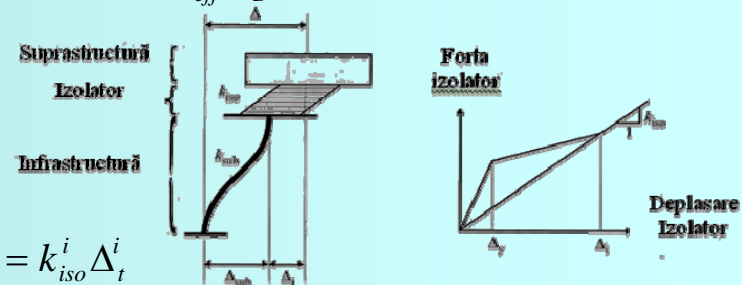
Figura 11 – Forme modale de vibrații pentru structură de bază izolată cu un singur etaj

$$M_1 \ddot{u}_1 + C_1 \dot{u}_1 + K_1 u_1 = P_1(t)$$

$$M_2 \ddot{u}_2 + C_2 \dot{u}_2 + K_2 u_2 = P_2(t)$$

$$V = C_d W \quad T_{eff} = 2\pi \sqrt{\frac{W}{k_{eff} g}}$$

$$\Delta = \frac{0.25 F_v S_1}{T_{eff} B_D} \quad k_{eff} = \frac{k_{sub} k_{iso}}{k_{sub} + k_{iso}}$$



$$V_A = k_{iso}^i \Delta_t^i$$

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

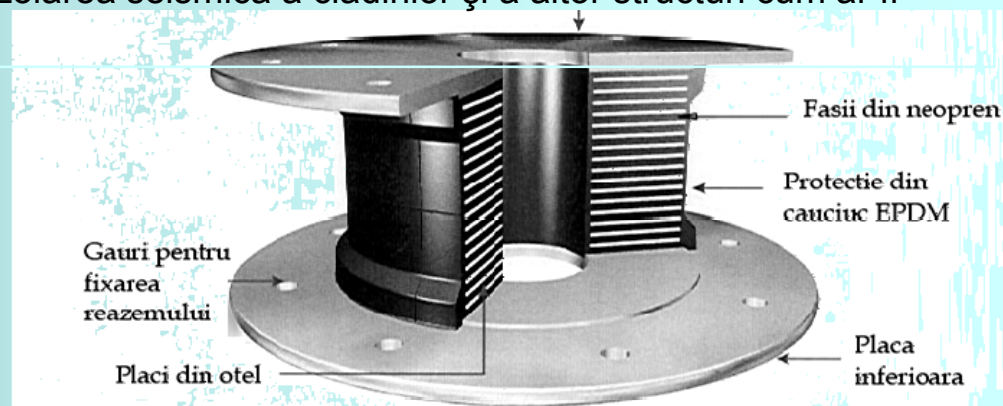
5. PREZENTAREA GENERALA A DISPOZITIVELOR DE CONTROL PASIV PRIN IZOLAREA BAZEI DE REZEMARE

În acest capitol este prezentat un studiu general asupra unor dispozitive diverse de izolatoare care au fost realizate, testate cu succes în laboratoare și efectiv implementate în clădiri și/sau poduri. Acest capitol subliniază două tipuri principale de sisteme care au fost utilizate pe scară largă în ultimii cincisprezece ani, și anume sistemele portante din cauciuc laminat și sistemele tip pendul cu frecare. Sunt prezentate de asemenea și alte sisteme, precum și cele mai recente progrese în echipamentele de izolare.

REAZEMUL DIN CAUCIUC LAMINAT

Reazemele din cauciuc laminat (reazeme elastometrice) au fost folosite pe scară largă la suprastructurile podurilor pentru a permite deformările și mișcările produse de temperatură. În ultimii cincisprezece ani, utilizarea acestor reazeme a fost extinsă până la izolarea seismică a clădirilor și a altor structuri cum ar fi cele de poduri.

Parametrii cheie în proiectarea reazemelor din cauciuc laminat sunt capacitatea portantă sub sarcină gravitațională, rigiditatea laterală și deplasarea relativă maximă care se poate obține între partea superioară și baza reazemului.



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

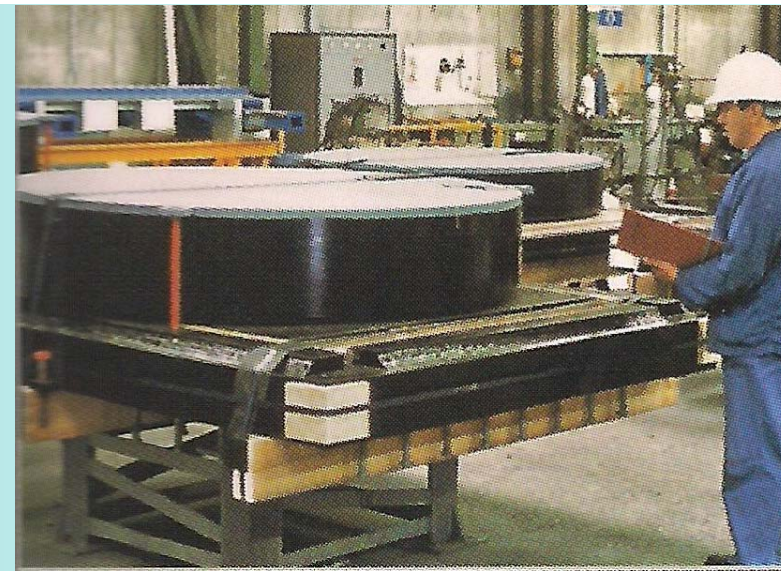
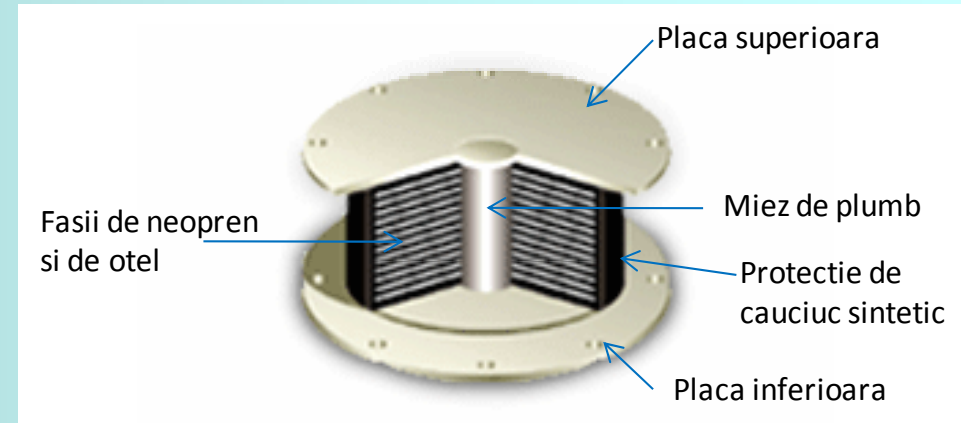
Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

REAZEMUL DIN CAUCIUC – PLUMB

Reazemele din cauciuc laminat – cu plumb este format dintr-un reazem din cauciuc laminat, având un miez de plumb introdus în centru. Miezul de plumb este introdus pentru a intensifica amortizarea prin deformări de forfecare histeretice puternice a plumbului. Plumbul se comportă aproximativ la fel ca un solid elasto-plastic și curge prin forfecare la o tensiune relativ redusă de 10MPa. Aceasta înseamnă că proprietățile plumbului sunt recondiționate în mod continuu atunci când este supus unui ciclu de încărcări în domeniu inelastic. Așadar, plumbul are proprietăți de rezistență la uzură.



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

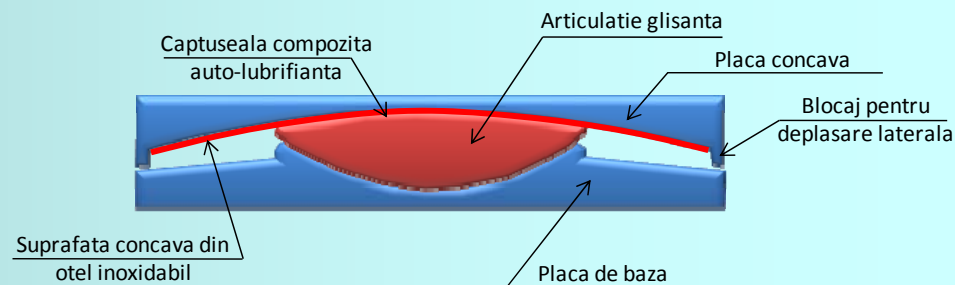
Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

SISTEM DE TIP PENDUL CU FRECARE

Sistemul de tip pendul cu frecare (FPS), produs de Earthquake Protection Systems (Sisteme de Protecție împotriva Cutremurelor) din Richmond, California, este un reazem cu glisare prin frecare care folosește forța gravitațională ca forță de revenire. Sistemul constă dintr-un glisor prin frecare articulată care se deplasează pe o suprafață sferică concavă consolidată. Mai jos este prezentată o vedere din profil a unui reazem FPS, o fotografie ale unei suprafețe de glisare sferice concave de dimensiuni mari și un sistem sferic cu frecare.



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

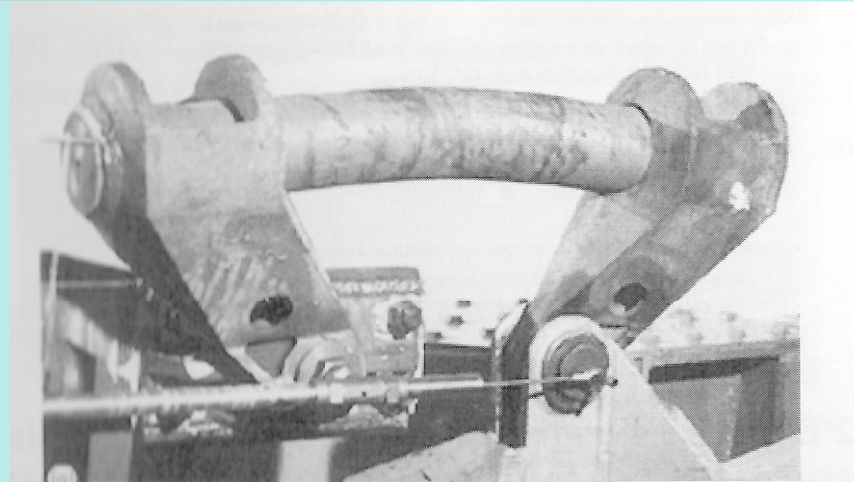
Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

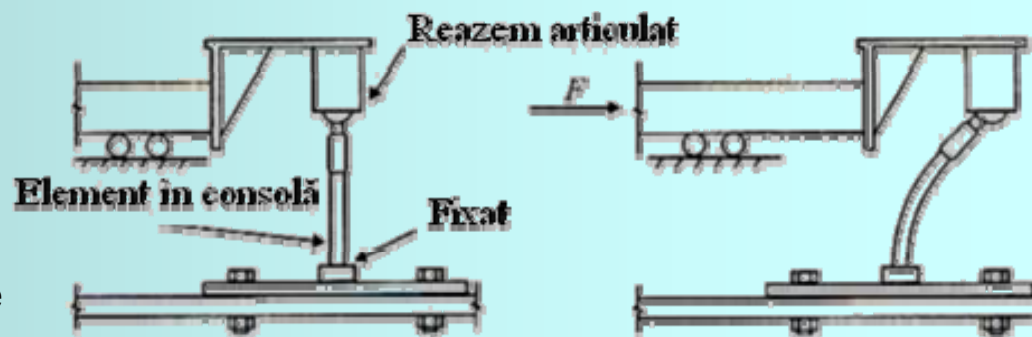
AMORTIZORUL CU GRINDĂ DE ÎNCOVOIERE LA MOMENT UNIFORM

Amortizorul cu grindă din oțel (numit de asemenea și amortizor de tip U) constă din două brațe de încărcare înclinate transversale care aplică încovoiere pură unei grinzi solide circulare din oțel. Pentru a evita ruperea fragila, grinda circulară este sudată de brațele de încărcare transversale în punctele cu tensiune redusă.



AMORTIZORUL CU GRINDĂ DE ÎNCOVOIERE ÎN CONSOLĂ CONICĂ

Acest amortizor cu grindă din oțel (numit de asemenea și amortizor de tip T) include o consolă conică circulară cu vârful la nivelul masei se aplica încărcarea. Consola poate fi încărcată în orice direcție orizontală. Amortizoare în consolă din oțel similare au fost de asemenea folosite pentru izolarea seismică a podului Mortaiolo din Italia.



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

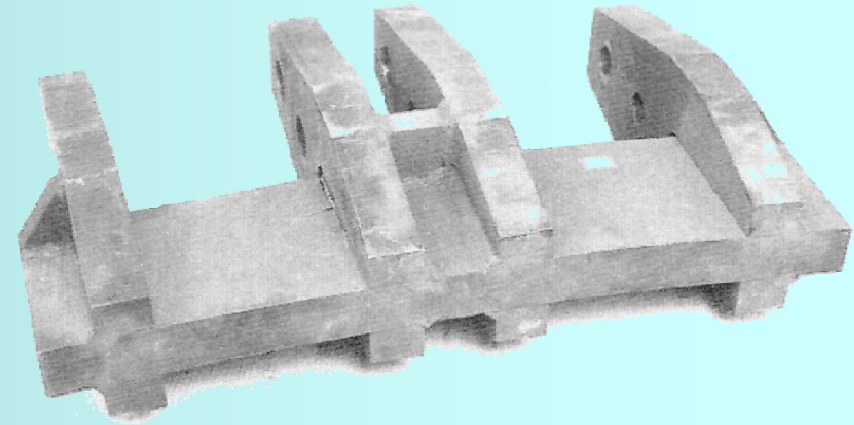
Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

AMORTIZOR CU GRINDĂ DE TORSIUNE

Acest tip de amortizor din oțel (numit de asemenea amortizor tip E) include torsiunea uniformă inelastică a unei grinzi prismatice, după cum este ilustrat. Trebuie acordată atenție la poziționarea sudurilor în puncte cu tensiune redusă.

Amortizoarele cu grinda de torsiune din oțel au fost utilizate în 1981 pentru izolarea Viaductului Rangitikei de Sud din Noua Zeelandă.



REAZEME PRIN EXTRUDARE DE PLUMB

Amortizoarele prin extrudarea plumbului, la care energia mecanică este transformată în căldură prin extrudarea plumbului printr-un tub. Comportamentul histeretic al amortizoarelor prin extrudare de plumb este de tip "Coulomb" aproape pur. Cu alte cuvinte, relația forță-deplasare este aproape ortogonală și este practic independentă de regimul de oscilații pentru frecvențe tipice de genul cutremurelor. Amortizoarele prin extrudare de plumb au o durată de viață foarte mare și nu trebuie înlocuite după un cutremur.



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

6. EXEMPLU DE CALCUL

În această ultima secțiune sunt prezentate câteva variante de sisteme de izolare seismică aplicate la lucrările de poduri, iar în ultima parte este prezentat un exemplu de calcul unde este arătată eficiența majoră a izolatoarelor și amortizorilor seismici.

După cum se observă, podul are o lungime totală de 183m iar în secțiune transversală, este alcătuit din două grinzi principale casetate având dimensiunile de 3.0m înălțime și 1.5m lățime solidarizate prin intermediul antretoazelor, lonjeronilor și plăcii de beton la partea superioară a acestora.

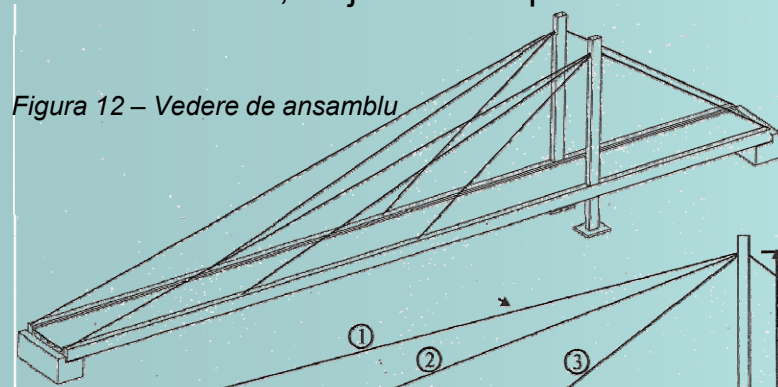


Figura 12 – Vedere de ansamblu

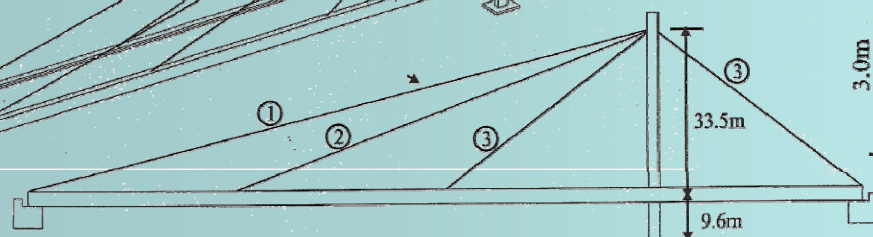


Figura 13 – Vedere laterala

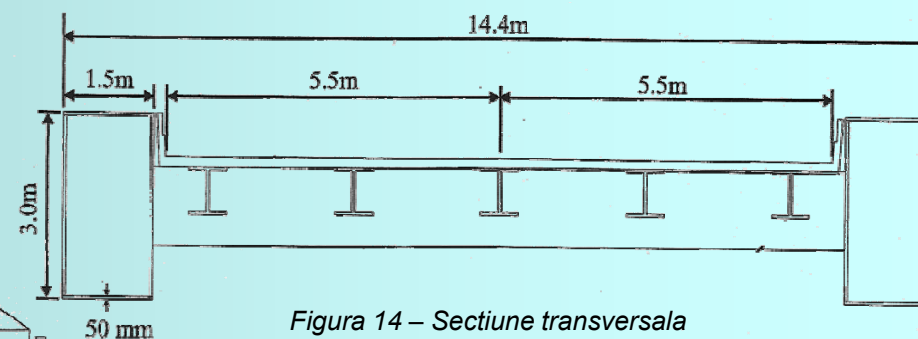


Figura 14 – Secțiune transversala

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

Ca primă variantă este introdus un amortizor histeretic la cele doua culei.

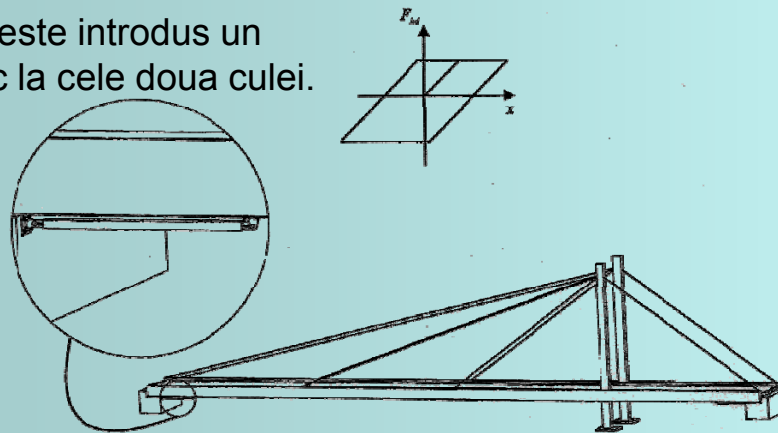


Figura 15 – Structura ca amortizor histeretic

În cea de a doua variantă este introdus un amortizor vascos la cele doua culei.

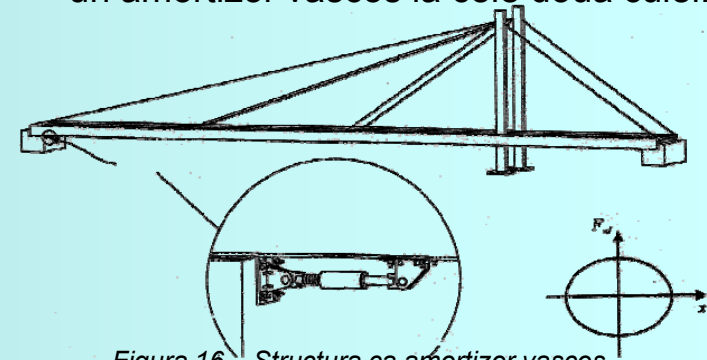


Figura 16 – Structura ca amortizor vascos

În varianta trei este introdusă o masă acordată de tablier si de pilon.

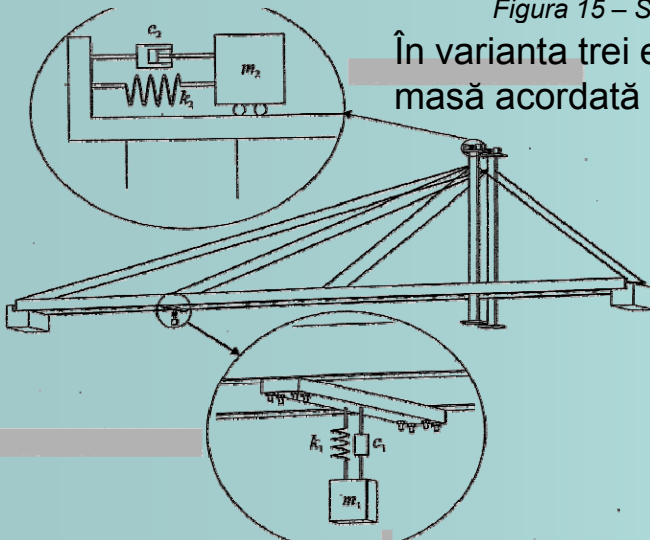


Figura 17 – Structura cu masă acordată

Ca izolatori se folosesc penduli cu frecare iar ca amortizori cei vascosi în varianta a patra.

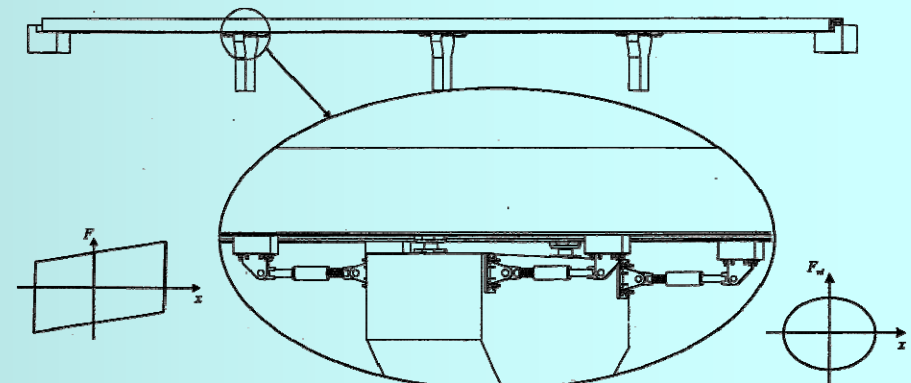


Figura 18 – Structura cu izolatori tip pendul cu frecare si amortizori vascosi

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

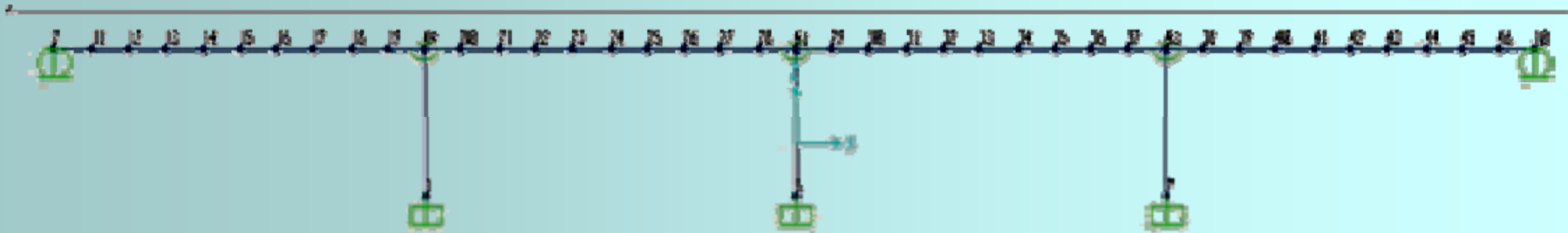


În final este prezentat un model de calcul al unui pod, grindă continuă cu patru deschideri egale de 45.75 m, figura 40, analizată cu ajutorul programului SAP2000.

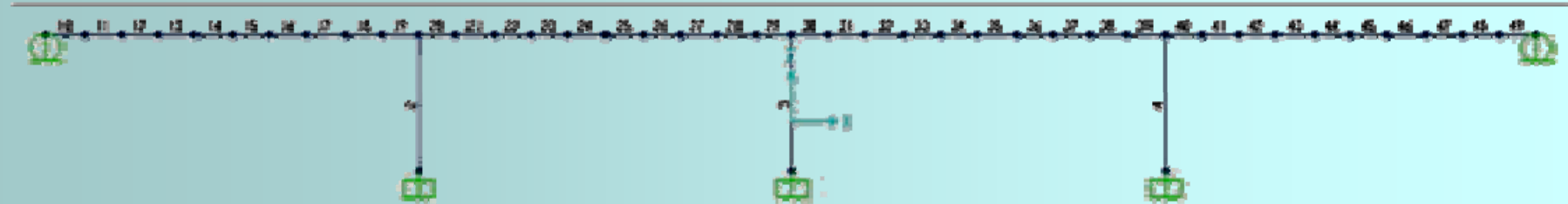
În primă fază s-a definit structura de pod neizolat.

În faza următoare s-a definit structura de pod izolat prin intermediul unui izolator seismic de tip pendul cu frecare fără amortizare.

Acțiunea seismică este reprezentată prin accelerograma din 04.03.1977, sursa Vrancea înregistrată la INCERC București. Se consideră mișcare sincronă a bazei de rezemare.



Structura analizată cu programul SAP2000, cazul sistemului tip pendul cu frecare la structura izolată – nodurile structurii



Structura analizată cu programul SAP2000, cazul sistemului tip pendul cu frecare la structura neizolată/izolată – elementele structurii

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACȚIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

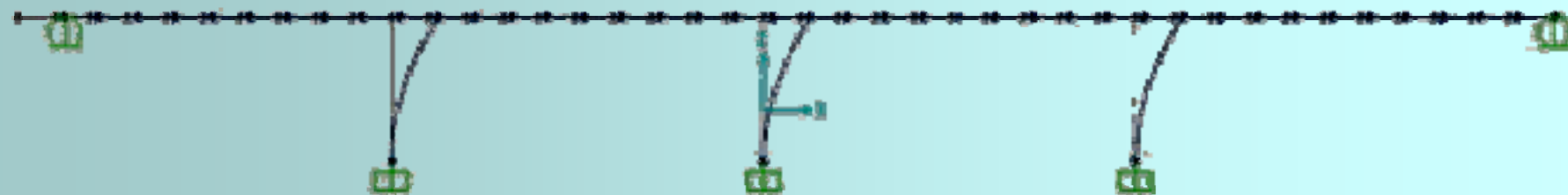
Prof. dr. ing. DAN CREȚU

UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI

FACULTATEA DE CAI FERATE, DRUMURI SI PODURI



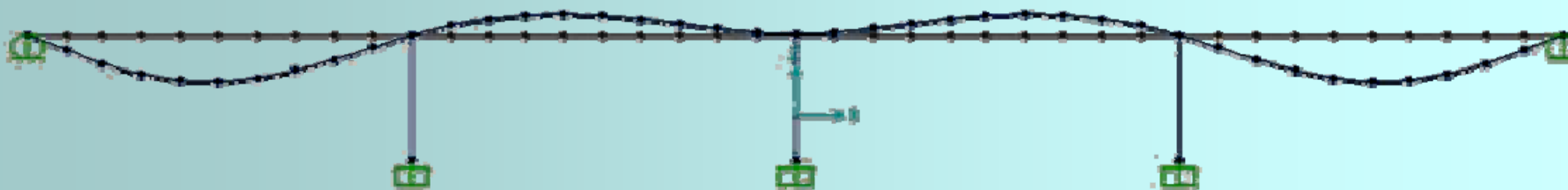
1) Model I de vibrație, structură neizolată – perioada $T=1.1248$ s



2) Model II de vibrație, structură neizolată – perioada $T=1.1248$ s



3) Model III de vibrație, structură neizolată – perioada $T=1.1248$ s



4) Model IV de vibrație, structură neizolată – perioada $T=1.1248$ s

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

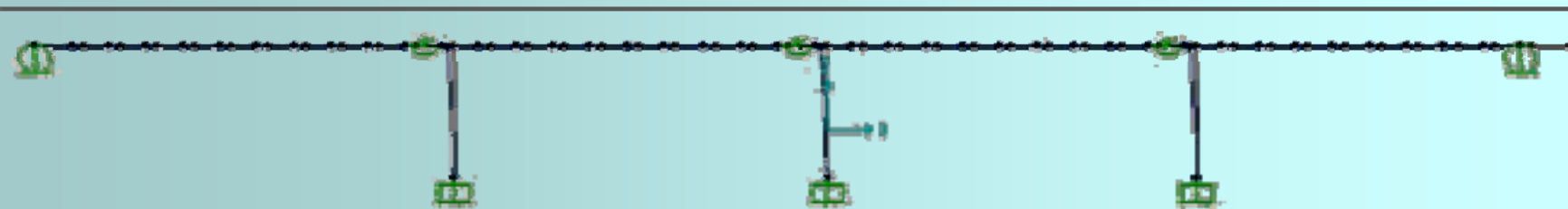
Prof. dr. ing. DAN CREȚU

UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI

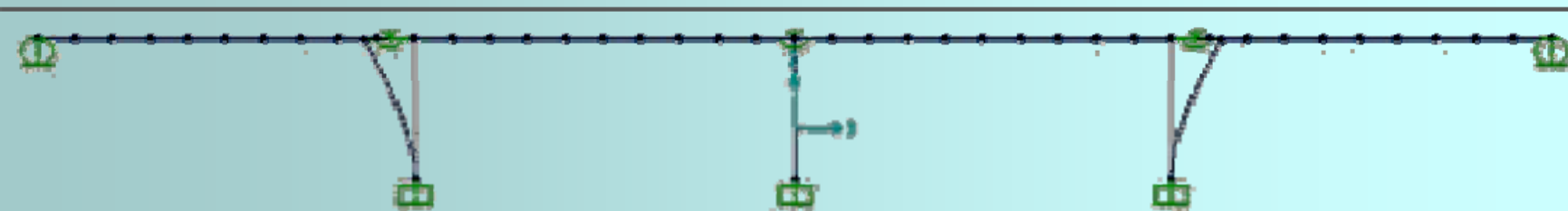
FACULTATEA DE CAI FERATE, DRUMURI SI PODURI



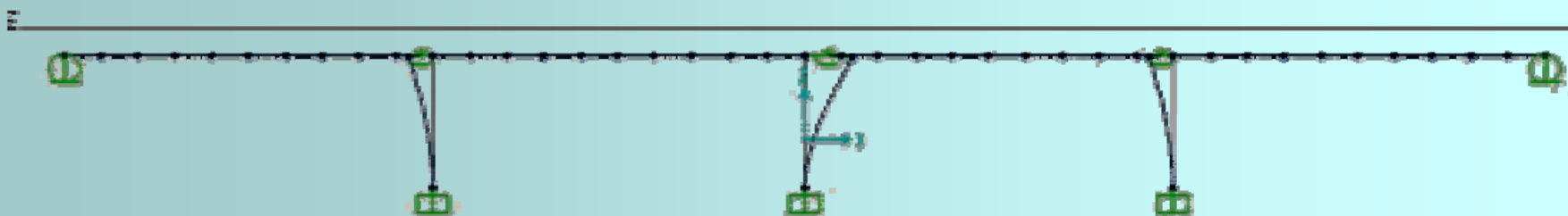
180.000.000 de lei, structură cu 120.000.000 lei



180.000.000 de lei, structură unică precedată $T=2,000000$ s



180.000.000 de lei, structură cu 120.000.000 lei - perioada $T=1,800000$ s



180.000.000 de lei, structură unică - $T=1,800000$ s

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI

FACULTATEA DE CAI FERATE, DRUMURI SI PODURI

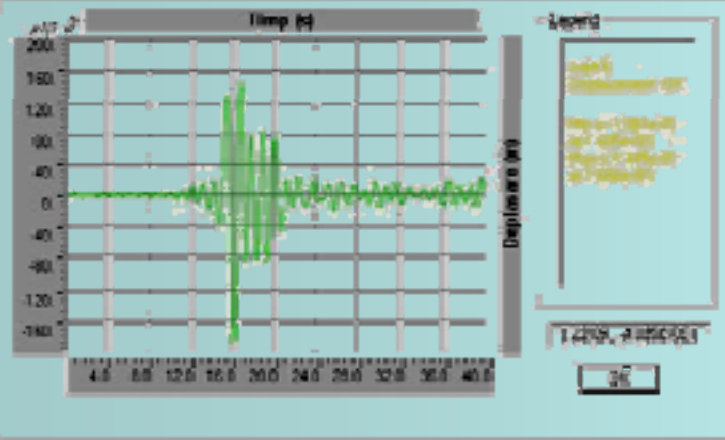


Fig. 10a Evoluția deplasării în timp a structurii 4-etajată în mm

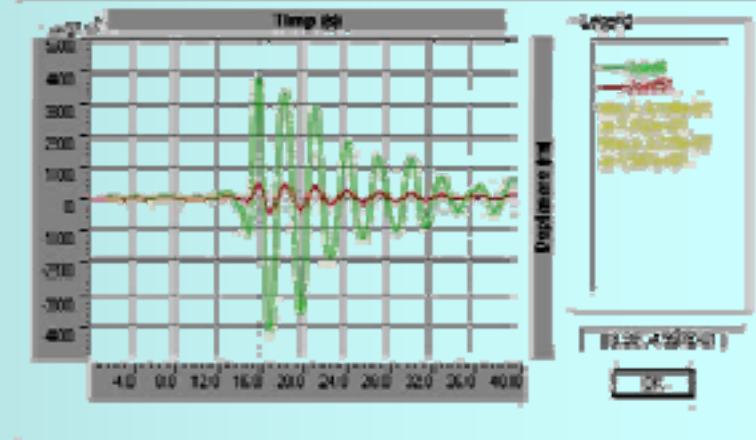


Fig. 10b Evoluția deplasării în timp a structurii 21 - etajată în mm

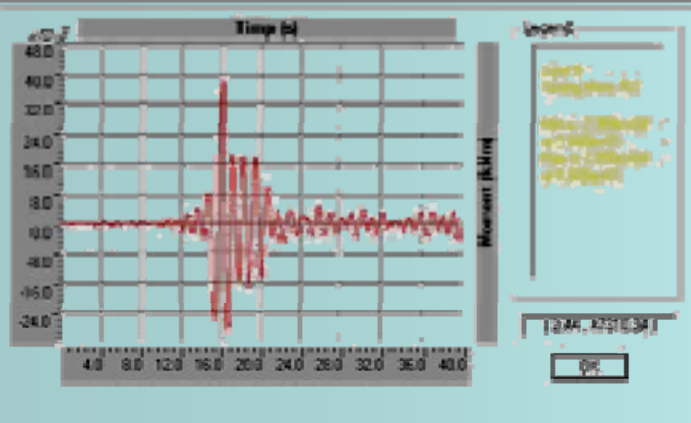


Fig. 10a Evoluția momentului în timp la structura 4-etajată în kNm

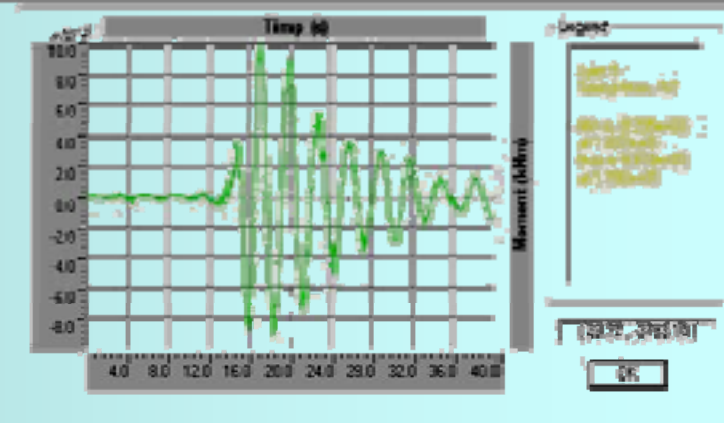


Fig. 10b Evoluția momentului în timp la structura 21-etajată în kNm

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

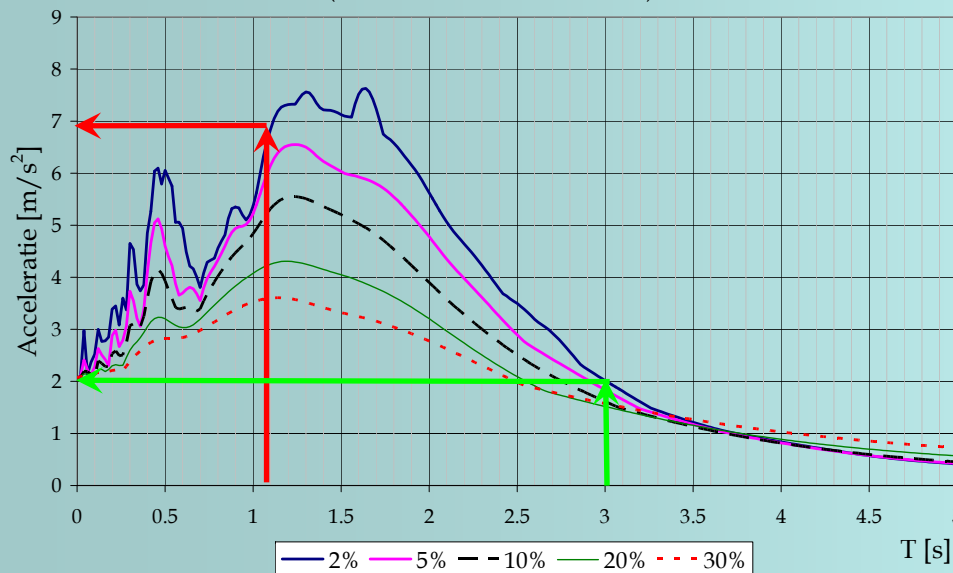
Prof. dr. ing. DAN CREȚU

CONCLUZII

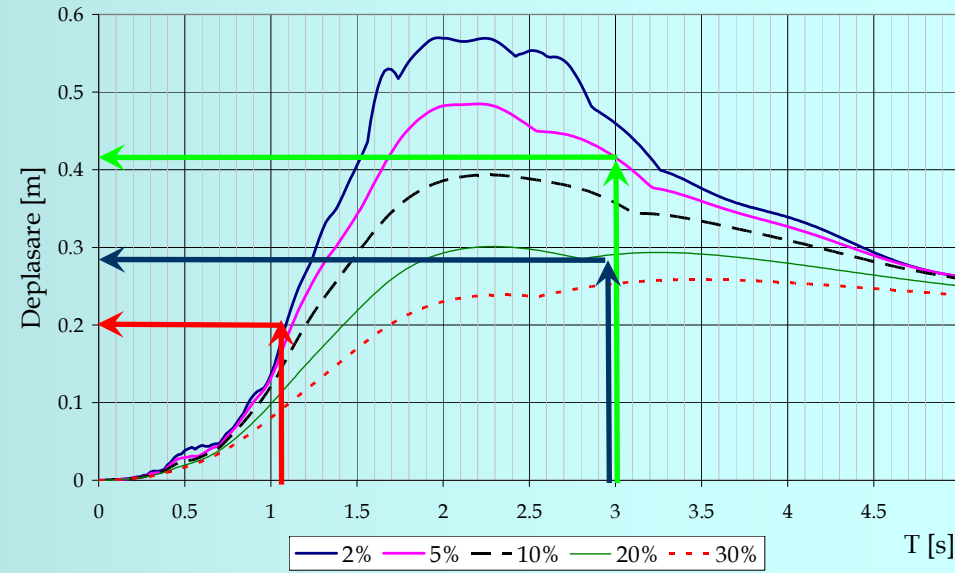
Sa ajuns la concluzia că, prin intermediul sistemului de izolare si amortizare seismică se pot reduce mult momentele în pile.

Dupa cum se observă mai jos, pentru o structură neizolată la o perioadă de $T=1.10s$ avem o accelerație de $\approx 7m/s^2$, iar deplasarea este de $\approx 20cm$. În cazul structurii izolate, la o perioada $T=3.01s$ avem o accelerație de $\approx 2m/s^2$, iar deplasarea este de $\approx 40cm$. Daca se consideră si o amortizare de 20%, rezulta ca deplasarea se reduce la $\approx 30cm$. Reducerea deplasarilor pe capetele pilelor are drept urmare reducerea momentelor la baza pilelor.

Spectre de acceleratie absoluta
(INCERC -Vrancea - 77 -NS)



Spectre de deplasare
(INCERC -Vrancea - 77 -NS)



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

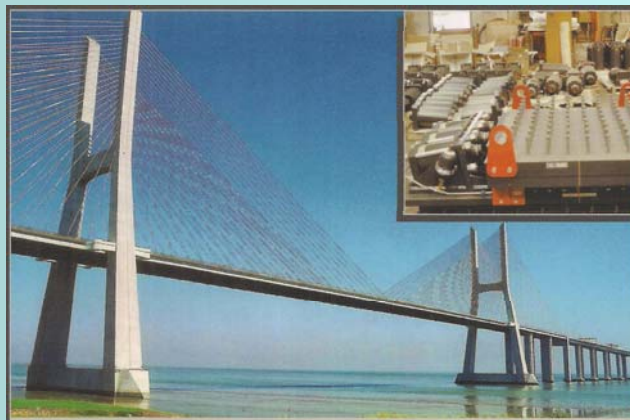
Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

IN CONTINUARE SUNT PREZENTATE CATEVA PODURI UNDE SUNT FOLOSITE SISTEMELE INOVATIVE



• ITALY -- Somplago Viaduct buffers, Europe's first seismically isolated bridge, 1974



• PORTUGAL, LISBON -- Vasco da Gama Bridge over the Tago river pot bearings with shock transmission units



• U. K., KINCARDINE -- New Bridge pot bearings, expansion joints



• HUNGARY -- Dunaujvaros Bridge pot bearings



• SOUTH KOREA -- Bang Hwa Bridge spherical bearings



• BRASIL -- Guamà Bridge expansion joints

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

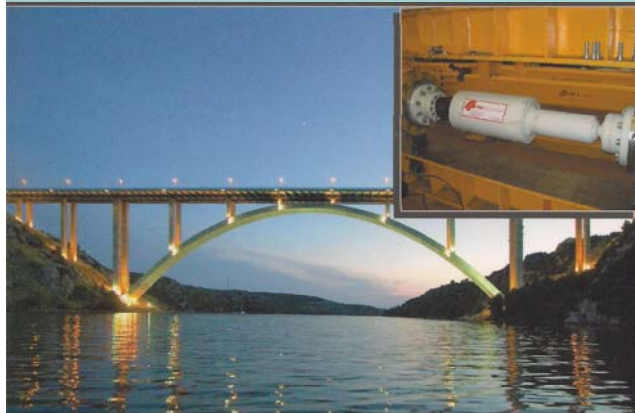
Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

IN CONTINUARE SUNT PREZENTATE CATEVA PODURI UNDE SUNT FOLOSITE SISTEMELE INOVATIVE



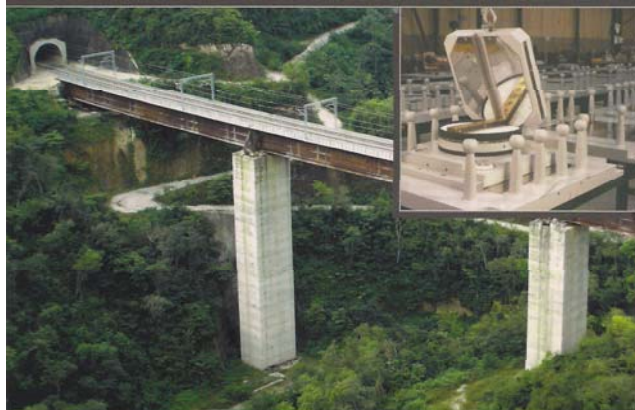
• CROATIA -- Krka Bridge
pot bearings with fuse restraints, viscous dampers



• LEBANON -- Beirut - Sirian Border Highway
expansion joints



• DENMARK -- Storebælt Bridge
shock transmitters 5000 kN, ± 1100 mm, spherical bearings



• VENEZUELA -- Caracas -Tuy Medio Railway
sliders with steel hysteretic dampers, railway expansion joints



• UNITED ARAB EMIRATES, ABU DHABI -- Sheikh Zayed Bridge
seismic isolators, viscous dampers, fuse restraints



• GERMANY, MAGDEBURG -- Water Bridge
shock transmission units

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI

FACULTATEA DE CAI FERATE, DRUMURI SI PODURI



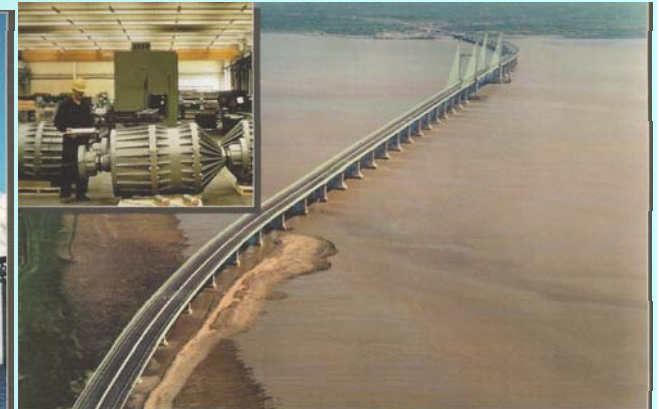
IN CONTINUARE SUNT PREZENTATE CATEVA PODURI UNDE SUNT FOLOSITE SISTEMELE INOVATIVE



• RUSSIA, MOSCOW -- Vidnoe Viaduct expansion joints



• SWEDEN-DENMARK -- Oresund Bridge pot bearings, 75000 kN



• U.K. -- Second Severn Crossing shock transmitters coupled with elastic isolators



• TURKEY -- Ankara - Istanbul Railway line pot and elastomeric bearings, expansion joints



• HONG KONG -- Ting Kau and Tsing Ma Bridges pot, spherical and cylindrical bearings with uplift capacity, lateral restrainers



• FRANCE -- Cheval Blanc Viaduct, TGV Méditerranée, HSR pot bearings

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

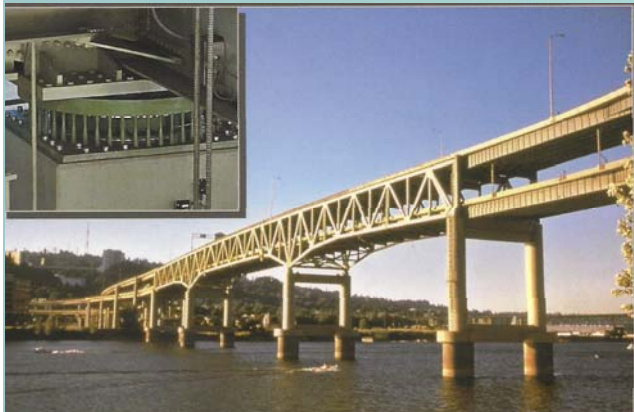
Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU

IN CONTINUARE SUNT PREZENTATE CATEVA PODURI UNDE SUNT FOLOSITE SISTEMELE INOVATIVE



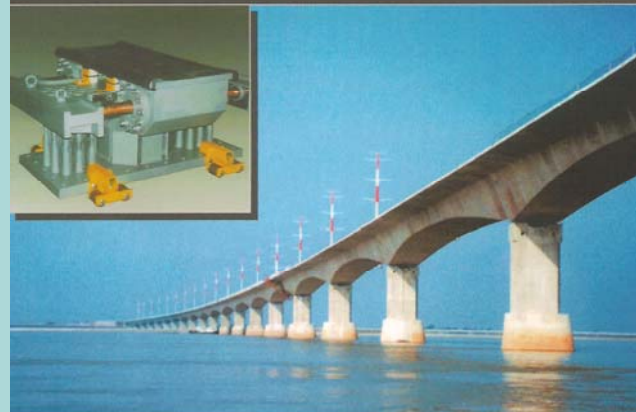
• U.S.A., OREGON -- Marquam Bridge
flat surface sliders with steel hysteretic dampers, shock transmission units



• GREECE, ATHENS -- Olympic Stadium
roof pot bearings



• SPAIN -- Alcazaba Viaduct, Autovia del Mediterraneo Albulon - Adra
viscous dampers



• BANGLADESH -- Jamuna Bridge
flat surface sliders with steel hysteretic dampers and shock transmitters, expansion joints



Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU



UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI
FACULTATEA DE CAI FERATE, DRUMURI SI PODURI



VA MULTUMESC!

Titlul

SISTEME MODERNE PENTRU ATENUAREA EFECTULUI ACTIUNII SEISMICE LA PODURILE DE SOSEA

Absolvent

Adrian Haiducu

Indrumator

Prof. dr. ing. DAN CREȚU