

# Platforma Comună de Pre-Calcul

Explicarea modelelor matematice folosite pentru interpretarea datelor



## Introducere

În conformitate cu directivele Comisiei Europene<sup>1</sup>, asociațiile și uniunile profesionale din statele membre ale Uniunii Europene sunt obligate să renunțe la orice reglementare care ar putea îngreuna libera concurență. Unul dintre argumentele care au stat la baza promovării acestui cadru juridic a fost acela că „nu există nicio garanție că la fixarea tarifelor obligatorii se iau în considerare criteriile care țin de evoluția pieței sau că există vreo legătură între fixarea prețurilor și asigurarea unui standard înalt de calitate”.

Astfel, Ordinul Arhitecților din România a retras sistemul de tarife minimale recomandate, ceea ce a avut ca urmare proliferarea prețurilor de dumping, iar această consecință s-a repercutat în mod nefericit asupra calității proiectelor de arhitectură.

OAR consideră că actuala piață dereglementată prezintă și alte neajunsuri, cum ar fi faptul că, în contextul dat, nici beneficiarul unui contract de servicii de arhitectură, nici executantul acestuia nu dispun de informații transparente pentru a putea judeca dacă valoarea contractului încheiat este justă în comparație cu nivelul pieței. Mai ales în acest cadru normativ care a suferit o dereglementare prin desființarea tarifelor minimale, există nevoia de a putea estima cât mai bine resursele ce trebuie alocate pentru realizarea unui obiectiv de arhitectură, estimare care este necesară atât arhitecților cât și beneficiarilor contractelor de proiectare și construcții.

Pentru a veni în întâmpinarea acestei nevoi, urmând modelul asociațiilor profesionale ale arhitecților din alte țări membre UE (Austria, Franța sau Belgia), OAR a demarat realizarea sistemului de informații asupra costurilor pentru proiectarea în arhitectură – proces derulat în parteneriat cu IMAS Marketing și Sondaje București.

Elaborarea sistemului de informații privind costurile pentru proiectarea de arhitectură este o obligație a OAR, instituită prin Legea nr. 172/2010 de modificare și completare a Legii nr. 184/2001. Sistemul de informații privind costurile de proiectare trebuie avizat, potrivit legii, de către Ministerul Dezvoltării Regionale Administrației Publice și Fondurilor Europene și de către Ministerul Culturii, ulterior fiind accesibil în mod public.

Acest sistem se fundamentează pe un calcul obiectiv privitor la volumul de muncă investit în execuția contractelor de arhitectură din România având ca punct de plecare piața contractelor încheiate după anul 2000. O primă etapă, finalizată cu succes, a presupus culegerea de informații de la arhitecții practicieni despre timpul de lucru necesar realizării/îndeplinirii fiecărei misiuni de arhitectură, în cadrul unei diversități cât mai mari de obiective de arhitectură. Au fost intervievați de către operatorii de interviu ai IMAS un număr de 469 de arhitecți cu drept de semnătură, rezultând un număr de 441 de chestionare valide prin care se măsoară timpurile de execuție și cantitatea de muncă necesară pentru realizarea misiunilor de arhitectură.

<sup>1</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32006L0123>

Baza de date obținută în urma culegerii de informații prin investigație sociologică permite cuantificarea timpului necesar prestării serviciilor de arhitectură pe misiuni, oferind astfel o bază de calcul pentru bugetele de proiectare, precum și posibilitatea de a justifica în mod corect și concret onorariile.

Pentru a permite calculul duratei în ore de muncă de proiectare pentru un obiectiv de arhitectură, OAR dezvoltă împreună cu IMAS București o platformă electronică, în fapt o aplicație adresată utilizatorului care dorește informații despre volumul de muncă necesar în proiectarea de arhitectură a unui anumit obiectiv.

Aplicația dispune de rezultatele cercetării cantitative desfășurate de IMAS în intervalul de timp septembrie 2015 – ianuarie 2016. Aplicația este în sine un soft de calcul care informează utilizatorul asupra cantității de muncă necesare **în medie** pentru realizarea obiectivului ales.

Această aplicație prezintă interfața unui chestionar online și cuprinde câteva întrebări de poziționare a obiectivului de arhitectură (programul de arhitectură și gradul de dificultate, suprafața desfășurată, construcție nouă sau intervenție la clădiri existente etc.) și de alegerea misiunilor de arhitectură. După completarea acestui chestionar, utilizatorului i se va afișa numărul de ore necesar realizării obiectivului declarat și misiunilor bifate. Pentru situațiile în care nu avem date despre timpul necesar executării unei anumite misiuni pentru un anumit obiectiv, utilizatorul este avertizat că nu există date.

Astfel organizată, platforma permite circulația liberă a informațiilor despre volumul de muncă necesar pentru realizarea unui proiect pe piața de arhitectură din România.

**Baza de date va fi completată în viitor, pentru a cuprinde o diversitate cât mai mare de proiecte și misiuni de arhitectură realizate în cadrul fiecărui program de arhitectură.**

Utilizatorul platformei electronice poate fi orice persoană fizică sau juridică în calitate sa de beneficiar al unui contract de proiectare și orice arhitect care dorește validarea calculelor privitoare la volumul de muncă necesar execuției unui contract. Prin dezvoltarea acestei aplicații și prin continua lărgire a bazei sale informaționale, OAR dorește să pună la îndemâna tuturor arhitecților, precum și a tuturor părților interesate, un instrument care să faciliteze relații contractuale juste și să contribuie astfel, implicit, la protejarea arhitecturii de calitate.

## Culegerea datelor încărcate în Platforma Comună de Pre-Calcul (PCPC)

Datele utilizate în calculele PCPC au fost culese prin intermediul unei investigații sociologice, desfășurate de IMAS, pe bază de chestionar.

- **OBIECTIVUL PRINCIPAL** al anchetei sociologice: Obținerea de informații asupra cantității de muncă ce este necesară pentru îndeplinirea misiunilor de arhitectură.
- **OBIECTIVUL SECUNDAR** al anchetei sociologice: Realizarea unei tipologii a firmelor și a birourilor individuale de arhitectură, luând în considerare tipurile de lucrări realizate și modalitățile prin care se obțin comenzile pentru aceste lucrări.

**Universul** investigat îl reprezintă toate firmele CAEN 7111 și toate birourile de arhitectură înregistrate la ONRC.

Eșantionul planificat cuprinde 460 de astfel de firme și B.I.A., împărțite proporțional pe județe.

Procedul de selecție: extragere aleatoare.

**Eșantionul realizat** cuprinde 469 de firme și B.I.A., împărțite proporțional pe județe.

În urma procedurilor de verificare și curățare a bazei de date, a fost exclus din analiză un număr de 28 de interviuri. **Baza validă de date cuprinde 441 de cazuri, pentru care au fost realizate analiza de segmentare și centralizarea timpilor de execuție pe tipuri de proiecte.**

**Metoda de investigație este specifică studiilor sociologice cantitative: interviul față în față pe bază de chestionar.**

Chestionarul a fost elaborat de către cercetătorii IMAS în colaborare cu grupul de lucru al OAR, în cadrul căruia au fost testate două versiuni intermediare ale programului CAPI corespunzătoare chestionarului.

Aprobarea formei finale a chestionarului: 10 iulie 2015.

Aprobarea formei finale a materialelor auxiliare chestionarului: 16 august 2015.

Instruirea operatorilor de interviu: 28 august – 5 septembrie 2015.

Desfășurarea interviurilor: 28 septembrie 2015 – 22 ianuarie 2016.

Verificarea și validarea interviurilor: decembrie 2015 – martie 2016.

## Gruparea datelor

Chestionarul prin intermediul căruia au fost culese datele, prezintă un număr de 143 de funcțiuni/obiective de arhitectură, fiecare dintre acestea având atribuit un anumit grad de complexitate (din șapte posibile).

Prelucrarea bazei de date în scop statistic inferențial a impus regruparea subcategoriilor într-o nouă listă de funcțiuni, realizată pe baza programelor de arhitectură cărora proiectele le aparțin și reunind gradele de complexitate în trei trepte:

- Gradele de complexitate I și II se reconvertesc în **gradul I de complexitate**;
- Gradele de complexitate III, IV și V se reconvertesc în **gradul II de complexitate**;
- Gradele de complexitate VI și VII se reconvertesc în **gradul III de complexitate**.

### **Reorganizarea datelor în conformitate cu aceste principii asigură o bază lărgită de calcul pentru formulele încărcate în PCPC.**

Pentru înlăturarea oricăror posibile surse de eroare statistică, din fișierul final de date au fost eliminate toate proiectele care prezintă cel puțin un răspuns imprecis<sup>2</sup> în ceea ce privește bifarea misiunilor executate, precum și cele care prezintă valori excepționale pentru suprafața obiectivului de arhitectură. Aceste cazuri au putut fi incluse în etapele anterioare ale prelucrării bazei de date întrucât nu au prezentat erori metodologice de aplicare dar, în etapa prelucrării finale și a validării calculelor, au fost înlăturate din fișierul de date destinat calculelor finale pentru estimarea timpilor de execuție, în scopul sporirii gradului de acuratețe. Tabelul de mai jos ilustrează repartiția pe tipuri de proiecte a chestionarelor valide.

Tabelul repartiției datelor pe tipuri de proiecte

	Număr de proiecte
<i>Construirea unei cladiri noi</i>	288
<i>Reabilitare/ modernizare sau exindere a unei cladiri existente care nu este de patrimoniu</i>	48
<i>Reabilitare/ modernizare sau extindere a unei cladiri de patrimoniu</i>	15
<i>Amenajare interioara a unei cladiri existente (care nu este de patrimoniu)</i>	21
<i>Amenajare exterioara a unei cladiri existente (care nu este de patrimoniu)</i>	3
<i>Amenajare interioara a unei cladiri de patrimoniu</i>	0
<i>Amenajare exterioara a unei cladiri de patrimoniu</i>	0
<b>Total</b>	<b>375</b>

<sup>2</sup> Se consideră răspuns imprecis bifarea variantei "Nu știu/ Niciuna dintre aceste misiuni" la întrebările D4a1\_11, D4a1\_12, D4b1\_9, D4b1\_10, D4c1\_5, D4c1\_6, D4d1\_8, D4d1\_9, D4e1\_10, D4e1\_11, D4f1\_9, D4f1\_10, D4g1\_21, D4g1\_22 ale chestionarului aplicat pentru culegerea de date. Subiecții care au bifat astfel de răspunsuri sunt respondenți care anterior declaraseră realizarea unor pachete de misiuni (integral sau parțial) și atribuiseră respectivului pachet un anumit număr de zile, dar nu au reușit ulterior să defalce numărul respectiv de zile pe misiuni, întrucât au declarat, pentru cel puțin un pachet din cele bifate, că nu își mai amintesc misiunile executate sau că nu au executat niciuna din ele.

Examinând tabelul de mai sus, se poate observa că, exceptând mulțimea proiectelor dedicate construirii unei clădiri noi, celelalte tipuri prezintă un număr prea mic de cazuri pentru a putea asigura o bază de calcul pentru PCPC. (Nici măcar tipul proiectelor de reabilitare/ modernizare sau extindere a unei clădiri existente care nu este de patrimoniu nu asigură o astfel de bază, deoarece cuprinde 15 obiective regrupate de arhitectură, cu un număr de **maximum șase cazuri** pentru oricare dintre acestea.)

Până la completarea bazei de date cu alte cazuri pentru tipurile de proiecte slab reprezentate, PCPC prezintă rezultate numai pentru proiectarea clădirilor noi. Ulterior dezvoltării platformei, date noi vor putea fi culese online, respectând structura chestionarului aplicat în teren în anul 2015, astfel încât numărul de chestionare acumulat pentru fiecare tip de proiect și obiectiv de arhitectură să permită realizarea de calcule pe o bază cât mai cuprinzătoare.

\*\*\*

Neexistând cunoaștere centralizată, validată statistic sau în alt mod, cu privire la mulțimea sau structura tuturor proiectelor de arhitectură realizate, designul eșantionului nu a putut fi proiectat prin raportare la mulțimea de proiecte defalcate pe tipuri și obiective de arhitectură care au fost executate în România, fie și într-o perioadă bine precizată și relativ recentă, de către o firmă de proiectare de arhitectură cu personalitate juridică română. Singurul procedeu aplicabil în astfel de situații este cel folosit în studiul de față: identificarea unui univers adecvat (în cazul nostru firme și birouri de arhitectură) și eșantionarea prin selecție aleatoare la nivelul fiecărui județ.

Eșantionul atins prin cercetare a permis identificarea a trei tipuri de strategii principale de management pe piața lucrărilor de arhitectură,<sup>3</sup> precum și stabilirea unor formule de calcul al **timpului mediu de execuție** în proiectarea de arhitectură dedicată construcțiilor noi, pentru majoritatea programelor de arhitectură.

---

<sup>3</sup> Raportul investigației sociologice poate fi consultat pe site-ul OAR <http://oar.archi/actualitate/un-nou-studiu-oar-imas-despre-starea-profesiei>

## Formule de calcul încărcate în Platforma Comună de Pre-Calcul (PCPC)



### Considerații generale cu privire la modelele matematice utilizate

Obiectivul principal al cercetării poate fi atins numai prin prelucrarea statistică inferențială a bazei de date rezultate din cercetare. Astfel, estimarea timpului total de proiectare a unui obiectiv de arhitectură se obține printr-un model matematic a cărui adecvare se testează prin mijloace statistice. Aceasta presupune căutarea unei relații de dependență funcțională – specifice fiecărui obiectiv de arhitectură – între timpul de proiectare și caracteristicile concrete ale proiectului. (Dintre acestea din urmă au fost reținute suprafața desfășurată și volumul/ cubatura clădirii). Analiza statistică prin care se pot obține astfel de relații funcționale este regresia statistică, deoarece analiza de regresie estimează valoarea medie a unei variabile, pornind de la valorile altei variabile. În cazul concret al studiului de față, modelul de regresie este unifactorial:

$$T = f(X),$$

unde: T – timpul de proiectare măsurat în ore,

X – suprafața desfășurată sau volumul clădirii.

Timpul este variabila dependentă/ endogenă, iar variabila independentă/ exogenă este una dintre caracteristicile proiectului (suprafața desfășurată sau volumul clădirii).

Aplicarea analizei de regresie pentru seriile de date culese prin studiu este posibilă însă numai în cazul acelor obiective pentru care numărul chestionarelor este cel puțin 30 (volum minim recomandat). Din această cauză, finalizarea primei etape de culegere a datelor pentru PCPC impune utilizarea a două sisteme distincte de calcul.

- I. Pentru obiectivele de arhitectură reprezentate prin mai puțin de 30 de chestionare în PCPC au fost încărcate, **provizoriu**, formule de dependență liniară directă între suprafață și media geometrică<sup>4</sup> a timpilor de proiectare pe metrul pătrat, medie calculată pentru fiecare misiune de arhitectură bifată în mulțimea chestionarelor corespunzătoare obiectivului.

Calculul realizat în PCPC este rezultatul înmulțirii directe dintre suprafață și suma mediilor geometrice pe metrul pătrat corespunzătoare misiunilor de arhitectură propuse (pentru care au fost culese date în cadrul cercetării).

$$T = S * \sum_{i \in M_{prop}} m_{g,i}$$

unde: T – timpul de proiectare măsurat în ore,

$m_{g,i}$  – media geometrică a timpilor de proiectare pe metrul pătrat, corespunzătoare misiunii „i” din mulțimea de misiuni de arhitectură pe care arhitectul și le propune spre executare ( $M_{prop}$ ).

<sup>4</sup> Pentru încărcarea datelor în vederea realizării modulului de calcul al platformei, a fost preferată media geometrică deoarece aceasta **este mai puțin sensibilă la valorile extreme**.

- II. Pentru obiectivele de arhitectură reprezentate prin cel puțin 30 de chestionare în baza de date colectate, a fost stabilit un model statistic de regresie.

Aceste obiective sunt, **deocamdată**, locuințele individuale – case individuale și semicolective cu gradul II de dificultate (clădiri noi) și locuințele colective – imobile colective cu gradul II de dificultate (clădiri noi). Pentru aceste două obiective au fost stabilite ecuații de regresie care oferă posibilitatea inferenței, i.e. a calculării unei valori estimate **medii** a timpului necesar proiectării, în conformitate cu misiunile de arhitectură propuse.

Este important de subliniat faptul că un model statistic oferă un **estimat al valorii medii a variabilei independente. Astfel, efortul al cercetătorului a fost îndreptat atât spre verificarea validității statistice a modelului obținut, cât și spre identificarea unei selecții optimale<sup>5</sup> (cât mai potrivite ideii de proiect „mediu”) a chestionarelor intrate în analiza de regresie.**

Calculul realizat în PCPC este rezultatul unei formule care utilizează coeficienții ecuației de regresie (i.e. ai modelului matematic de dependență funcțională între suprafața desfășurată și timpul total de proiectare). Modelul de regresie utilizat are expresia:

$$T = \beta * f(S)$$

unde: T – timpul de proiectare măsurat în ore,  
 $\beta$  – coeficientul de regresie,  
 S – suprafața desfășurată a obiectivului propus.

<sup>5</sup> Ideea selectării chestionarelor supuse analizei de regresie este susținută și de autorii platformei HIA.

Pentru exemplificare:

[https://www.arching.at/baik/upload/pdf/leistungen%20honorare/hia%202010%20leistungskatalog/hia2010\\_gesamt.pdf](https://www.arching.at/baik/upload/pdf/leistungen%20honorare/hia%202010%20leistungskatalog/hia2010_gesamt.pdf)

pag 142 – selecția chestionarelor/ proiectelor se face pe baza caracteristicilor de suprafață și de cuprindere a misiunilor.



## Selectarea chestionarelor pentru analiza de regresie

După cum a fost deja precizat anterior, căutarea unei exprimări prin ecuații matematice a dependenței timpului de proiectare de mărimea fizică a obiectivului impune limitarea la o colecție de chestionare care să corespundă caracteristicilor unui „proiect mediu”.

Deoarece noțiunea de „proiect mediu” este greu de definit în lipsa cunoașterii statistice, i.e. sub aspect cantitativ, a universului de proiecte de arhitectură executate în România pentru un anumit obiectiv, selectarea chestionarelor, pentru obiectivele de arhitectură pentru care a putut fi realizată o analiză de regresie, a implicat efortul de a înlătura acele chestionare care prezintă valori extreme (atât mici cât și mari) pe variabilele de suprafață desfășurată, ore totale de execuție, precum și număr de misiuni bifate.

**Deocamdată, o astfel de selecție a fost operată numai pentru locuințe individuale – case individuale și semicolective cu gradul II de dificultate (clădiri noi).** Astfel, proiectele supuse analizei de regresie prezintă următoarele caracteristici:

1. au suprafața desfășurată mai mică decât 800 mp,
2. se află în intervalul de ore totale stabilit de împărțirea acestei variabile în cvintile (cinci părți egale) prin înlăturarea primei și ultimei cvintile de timp (adică au fost scoase din analiză proiectele care au cei mai mici și cei mai mari timpi de execuție),
3. au un număr de misiuni executate care se află cuprins între prima și ultima limită interioară a împărțirii variabilei număr de misiuni în 15 părți egale (adică au fost scoase din analiză proiectele care au cele mai mici, respectiv, cele mai mari numere care exprimă numărul total de misiuni executate).

Notă. Cele trei caracteristici descriu (în ordine cronologică de realizare) procedeul prin care a fost pregătită baza finală pentru rularea analizei de regresie.

După aplicarea acestei proceduri pentru locuințe individuale – case individuale și semicolective cu gradul II de dificultate (clădiri noi), datele a 61 de proiecte au intrat în analiza de regresie.

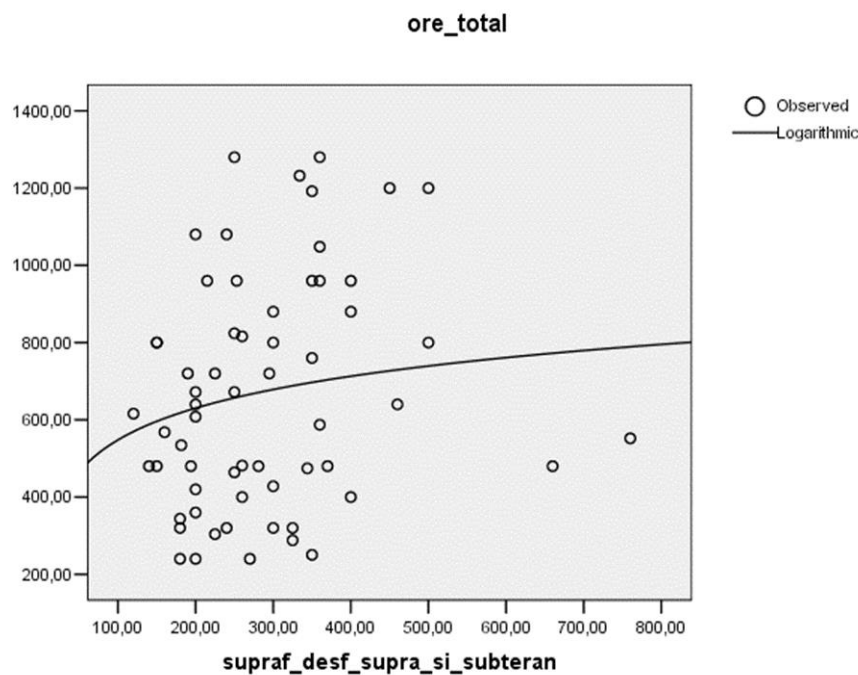
În cazul locuințelor colective – imobile colective cu gradul II de dificultate, numărul destul de scăzut al proiectelor (36) nu a permis operarea unei selecții optimale, ci doar a uneia minimale, care deocamdată, nu nu poate fi structurată într-o procedură propriu-zisă. De aceea, prezentăm pe scurt această selecție în paragraful dedicat formulelor de calcul pentru locuințe colective.

## Locuințe individuale – case individuale și semicolective cu gradul II de dificultate (clădiri noi)

Datele au permis stabilirea unui model de regresie uni variată destul de stabil.

Programul în care au fost realizate prelucrările – Statistical Package for Social Sciences (SPSS) – oferă informații asupra coeficientului de corelație, nivelului de semnificație a acestei corelații. Examinând aceste valori, se poate afirma că modelul de regresie explică 84% din variația variabilei de timp în funcție de variația suprafeței la nivelul general acceptat de semnificație statistică.

Graficul, realizat în același program de prelucrare, prezintă imagistic dependența funcțională a modelului utilizat.



Validarea modelului implică și un studiu al repartiției rezidualităților<sup>6</sup>, adică al repartiției variabilei care indică depărtarea, pentru fiecare caz/ chestionar/ proiect intrat în analiză, de curba generată prin relația de regresie. Această repartiție se mai numește și repartiția erorilor aleatoare și este generată în SPSS la rularea analizei de regresie.

Studiul acestei repartiții indică faptul că alți factori, neincluși în modelul de regresie, nu au o influență demnă de a fi luată în considerare în ceea ce privește caracteristica rezultativă, adică numărul total de ore de proiectare. De asemenea, în urma aplicării testelor statistice specifice modelelor de regresie, putem admite faptul că legătura dintre variabila independentă (suprafață) și cea dependentă (ore totale de proiectare) este relativ stabilă.

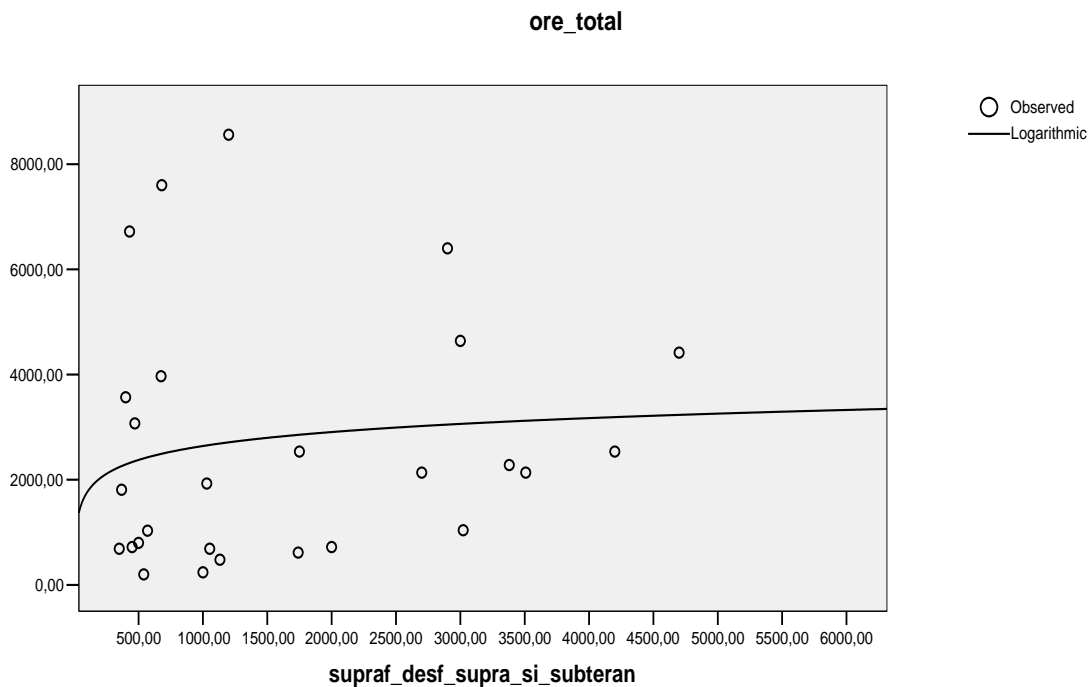
<sup>6</sup> [http://www.revistadestatistica.ro/suplimente/2012/3/srrs3\\_2012a17.pdf](http://www.revistadestatistica.ro/suplimente/2012/3/srrs3_2012a17.pdf)

### Locuințe colective – imobile colective cu gradul II de dificultate (clădiri noi)

Analog celor deja prezentate, a fost rulată o analiză de regresie pentru imobilele colective grad de dificultate II – clădiri noi. Parcimonia proiectelor incluse în bază pentru acest obiectiv (36 de chestionare) a impus limitarea regulilor de selecție la stabilirea unui minim pentru mărimea suprafeței desfășurate (au fost incluse în analiză numai proiectele cu suprafața mai mare sau egală cu 350 mp) și a fost exclus din bază un chestionar care prezenta valoarea maximă pentru variabila de ore totale de proiectare, în combinație cu o valoare mică pentru suprafață. În urma acestor operațiuni de selecție, un număr de 30 de proiecte au fost incluse în analiza de regresie.

Modelul este relativ stabil și prezintă un coeficient de corelație care indică faptul că 58% din variația variabilei de timp este explicată prin variația suprafeței desfășurate.

Graficul prezintă imagic dependentă funcțională modelată prin funcția logaritmică.



Studiul repartiției erorilor aleatoare indică faptul că, și în cazul imobilelor colective analizate, putem admite că legătura dintre variabila independentă (suprafață) și cea dependentă (ore totale de proiectare) este relativ stabilă.

Cele două modele de regresie prezentate par a se diferenția mai ales prin puterea de explicare a predictorului. Este posibil ca în viitor, odată cu includerea mai multor chestionare valide în baza de date, aceste valori (ale coeficientului de corelație R square) să se apropie.

Completarea bazei de date este însă necesară nu numai pentru a valida indicatorii de ansamblu ai modelului (puterea de corelare/ explicare, testele statistice F/ t) ci și pentru a avea acuratețe și în ceea ce privește coeficientul  $\beta$  al ecuației de regresie. **Pentru ambele modele (atât pentru case individuale, cât și pentru imobile colective) acest coeficient ar putea avea valori sensibil diferite în urma includerii mai multor chestionare în baza de selecție.**