

A. Aliano Filho | I. Correia | T. Melo

Designing a resilient and responsive supply chain network
under disruption risks: A bi-objective stochastic programming
approach

**Schriftenreihe Logistik der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
der htw saar**

Technical reports on Logistics of the Saarland Business School

Nr. 23 (2024)

© 2024 by Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften,
Saarland Business School

ISSN 2193-7761

Designing a resilient and responsive supply chain network under disruption risks: A bi-objective stochastic programming approach

A. Aliano Filho | I. Correia | T. Melo

Bericht/Technical Report 23 (2024)

Verantwortlich für den Inhalt der Beiträge sind die jeweils genannten Autoren.

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Herausgebers darf der Bericht oder Teile davon nicht in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert werden. Die Rechte der öffentlichen Wiedergabe durch Vortrag oder ähnliche Wege bleiben ebenfalls vorbehalten.

Die Veröffentlichungen in der Berichtsreihe der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften können bezogen werden über:

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Campus Rotenbühl
Waldhausweg 14
D-66123 Saarbrücken

Telefon: +49 (0) 681/ 5867 - 519

E-Mail: fakultaet-wiwi@htwsaar.de

Internet: www.htwsaar.de/wiwi

Designing a resilient and responsive supply chain network under disruption risks: A bi-objective stochastic programming approach

Angelo Aliano Filho^a, Isabel Correia^b, Teresa Melo^{c*}

^a Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Department of Mathematics, P 8680-020, Apucarana, PR, Brazil

^b Center for Mathematics and Applications (NOVA Math), Department of Mathematics, NOVA School of Science and Technology (NOVA FCT), NOVA University Lisbon, P 2829-516 Caparica, Portugal

^c Business School, Saarland University of Applied Sciences, D 66123 Saarbrücken, Germany

Abstract

We propose a bi-objective two-stage stochastic formulation for the problem of designing a resilient and agile supply chain network comprising suppliers, potential locations for facilities and customers. As suppliers and facilities are vulnerable to disruption risks, various preparedness and reactive measures are considered. These include contingency procurement by switching to backup sourcing, investment in facility fortification and deferral of customer demand. The latter enhances the supply chain's ability to respond not only to unforeseen disruptions, but also to other sources of uncertainty, such as demand and costs. First-stage decisions define a schedule for facility deployment, the choice of fortification levels in unreliable locations and the selection of primary suppliers as well as backup suppliers. Once uncertainty is disclosed, second-stage decisions determine the activation of backup suppliers and the material flows across the network. The latter may result in delayed deliveries to customers, provided that the delay does not exceed a given threshold. Two conflicting objectives are considered, namely minimising the total expected cost and minimising the total expected unmet demand. We develop a tailored two-phase heuristic procedure that is embedded in the ε -constraint method. Our numerical study with randomly generated instances demonstrates the effectiveness of the proposed methodology. Furthermore, a comparative analysis of a representative subset of Pareto-optimal solutions reveals a strong trade-off between alternative network configurations, thereby facilitating the decision-making process.

Keywords: Resilient and flexible supply chains, disruption risks, network design, two-stage stochastic programming, MIP-based heuristic

*Corresponding author. *E-mail addresses:* angeloaliano@utfpr.edu.br (A. Aliano Filho), isc@fct.unl.pt (I. Correia), teresa.melo@htwsaar.de (T. Melo). Requests for the complete report can be sent to the authors.

Die PDF-Dateien der folgenden Berichte sind verfügbar unter:

The PDF files of the following reports are available under:

<http://www.htwsaar.de/wiwi>

1 I. Correia, T. Melo, F. Saldanha da Gama

Comparing classical performance measures for a multi-period, two-echelon supply chain network design problem with sizing decisions

Keywords: supply chain network design, facility location, capacity acquisition, profit maximization, cost minimization

(43 pages, 2012)

2 T. Melo

A note on challenges and opportunities for Operations Research in hospital logistics

Keywords: hospital logistics, Operations Research, application areas

(13 pages, 2012)

3 S. Hütter, A. Steinhaus

Forschung an Fachhochschulen – Treiber für Innovation im Mittelstand: Ergebnisse der Qbing-Trendumfrage 2013

Keywords: Innovation, Umfrage, Trendbarometer, Logistik-Konzepte, Logistik-Technologien, Mittelstand, KMU

(5 pages, 2012)

4 A. Steinhaus, S. Hütter

Leitfaden zur Implementierung von RFID in kleinen und mittelständischen Unternehmen

Keywords: RFID, KMU, schlanke Prozesse, Prozessoptimierung, Produktion, Forschungsgruppe Qbing

(49 pages, 2013)

5 S.A. Alumur, B.Y. Kara, M.T. Melo

Location and Logistics

Keywords: forward logistics network design, reverse logistics network design, models, applications

(26 pages, 2013)

6 S. Hütter, A. Steinhaus

Forschung an Fachhochschulen – Treiber für Innovation im Mittelstand: Ergebnisse der Qbing-Trendumfrage 2014

Keywords: Innovation, Umfrage, Trendbarometer, Logistik-Konzepte, Logistik-Technologien, Mittelstand, KMU

(6 pages, 2014)

7 M.J. Cortinhal, M.J. Lopes, M.T. Melo

Redesigning a three-echelon logistics network over multiple time periods with transportation mode selection and outsourcing opportunities

Keywords: logistics network design/re-design, multiple periods, transportation mode selection, product outsourcing, mixed-integer linear programming

(49 pages, 2014)

8 T. Bousonville, C. Ebert, J. Rath

A comparison of reward systems for truck drivers based on telematics data and driving behavior assessments

Keywords: telematics, driving behavior, incentives, award systems

(9 pages, 2015)

9 I. Correia, T. Melo

Multi-period capacitated facility location under delayed demand satisfaction

Keywords: location, multi-period, capacity choice, delivery lateness, MILP models

(35 pages, 2015)

10 C.L. Martins, M.T. Melo, M.V. Pato

Redesigning a food bank supply chain network, Part I: Background and mathematical formulation

Keywords: supply chain, sustainability, tri-objective problem, MILP model

(30 pages, 2016)

11 I. Correia, T. Melo

A computational comparison of formulations for a multi-period facility location problem with modular capacity adjustments and flexible demand fulfillment

Keywords: facility location, multi-period, capacity expansion and contraction, delivery lateness, mixed-integer linear models

(42 pages, 2016)

12 A. Bernhardt, T. Melo, T. Bousonville, H. Kopfer

Scheduling of driver activities with multiple soft time windows considering European regulations on rest periods and breaks

Keywords: road transportation, driver scheduling, rest periods, breaks, driving hours, Regulation (EC) No 561/2006, mixed integer linear programming models

(137 pages, 2016)

13 C.L. Martins, M.T. Melo, M.V. Pato

Redesigning a food bank supply chain network, Part II: Computational study

Keywords: food rescue and delivery, sustainability, supply chain network design, tri-objective problem, social impact, economic and environmental performance

(57 pages, 2017)

14 A. Bernhardt, T. Melo, T. Bousonville, H. Kopfer

Truck driver scheduling with combined planning of rest periods, breaks and vehicle refueling

Keywords: road transportation, refueling, fuel cost, driver scheduling, rest periods, breaks, driving hours, Regulation (EC) No 561/2006, mixed integer linear programming

(90 pages, 2017)

15 M.J. Cortinhal, M.J. Lopes, M.T. Melo

Impact of partial product outsourcing, transportation mode selection, and single-assignment requirements on the design of a multi-stage supply chain network

Keywords: supply chain network design, facility location, supplier selection, in-house production, product outsourcing, transportation mode selection, single-assignment, mixed-integer linear programming

(51 pages, 2018)

16 C. Sauvey, T. Melo, I. Correia

Two-phase heuristics for a multi-period capacitated facility location problem with service-differentiated customers

Keywords: facility location, multi-period, delivery lateness, constructive heuristics, local improvements

(41 pages, 2019)

17 I. Correia, T. Melo

Dynamic facility location problem with modular capacity adjustments under uncertainty

Keywords: facility location, dynamic capacity adjustment, delivery lateness, stochastic programming, valid inequalities

(42 pages, 2019)

18 A. Aliano Filho, T. Melo, M. Vaz Pato

Tactical planning of sugarcane harvest and transport operations

Keywords: multi-objective optimization, mixed-integer programming, sugarcane harvest and transport planning

(50 pages, 2020)

19 I. Correia, T. Melo

The impact of flexible warehouse lease contracts on the configuration of a two-echelon distribution network

Keywords: distribution network redesign, short-term storage space rental, mixed-integer linear programming, valid inequalities

(49 pages, 2021)

20 Y. Costa, T. Melo

Supplementary material to the book chapter "Facility Location Modeling in Supply Chain Network Design: Current State and Emerging Trends"

Keywords: Facility location, Sustainable network design, Circular economy,

Data scarcity, Resilience, Omnichannel

(23 pages, 2022)

21 I. Correia, T. Melo

Modeling and solving a dynamic logistics network design problem with temporary capacity expansion and reduction

Keywords: network design, temporary warehouse rental, capacity expansion and reduction, mixed integer programming, matheuristic

(47 pages, 2023)

22 N. Hein, T. Melo

Bedarfsanalyse zum Aufbau eines Food Co-Working Space für die Verarbeitung regionaler Lebensmittel(überschüsse) im Saarland

Keywords: Food Co-Working, regionale Lebensmittel, Lebensmittelüberschüsse, Bedarfsanalyse, Saarland, Nachhaltigkeit

(23 pages, 2024)

23 A. Aliano Filho, I. Correia, T. Melo

Designing a resilient and responsive supply chain network under disruption risks: A bi-objective stochastic programming approach

Keywords: Resilient and flexible supply chains, disruption risks, network design, two-stage stochastic programming, MIP-based heuristic

(55 pages, 2024)

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Die Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes (htw saar) wurde im Jahre 1971 als saarländische Fachhochschule gegründet. Insgesamt studieren rund 6000 Studentinnen und Studenten in 46 verschiedenen Studiengängen an der htw saar, aufgeteilt auf vier Fakultäten.

In den vergangenen zwanzig Jahren hat die Logistik immens an Bedeutung gewonnen. Die htw saar hat dieser Entwicklung frühzeitig Rechnung getragen und einschlägige Studienprogramme sowie signifikante Forschungs- und Technologietransferaktivitäten entwickelt. Die Veröffentlichung der Schriftenreihe Logistik soll die Ergebnisse aus Forschung und Projektpraxis der Öffentlichkeit zugänglich machen.

Weitere Informationen finden Sie unter <http://logistik.htwsaar.de>



Institut für Supply Chain und Operations Management

Das Institut für Supply Chain und Operations Management (ISCOM) der htw saar ist auf die Anwendung quantitativer Methoden in der Logistik und deren Implementierung in IT-Systemen spezialisiert. Neben öffentlich geförderten Forschungsprojekten zu innovativen Themen arbeitet ISCOM eng mit Projektpartnern aus der Wirtschaft zusammen, wodurch der Wissens- und Technologietransfer in die Praxis gewährleistet wird. Zu den Arbeitsgebieten zählen unter anderem Distributions- und Transportplanung, Supply Chain Design, Bestandsmanagement in Supply Chains, Materialflussanalyse und -gestaltung sowie Revenue Management.

Weitere Informationen finden Sie unter <http://iscom.htwsaar.de>



Forschungsgruppe Qbing

Qbing ist eine Forschungsgruppe an der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, die spezialisiert ist auf interdisziplinäre Projekte in den Bereichen Produktion, Logistik und Technologie. Ein Team aus derzeit acht Ingenieuren und Logistikexperten arbeitet unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Dr. Steffen Hütter sowohl in öffentlich geförderten Projekten als auch zusammen mit Industriepartnern an aktuellen Fragestellungen zur Optimierung von logistischen Prozessabläufen in Handel und Industrie unter Einbeziehung modernster Sensortechnologie und Telemetrie. Qbing hat auch und gerade auf dem Gebiet der angewandten Forschung Erfahrung in der Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Weitere Informationen finden Sie unter <http://www.qbing.de>

ISSN 2193-7761